

**LAPORAN AKHIR**

**Insentif Riset SINas**

**Nomor : RT-2014-474**

**Judul Penelitian:**

**PENGEMBANGAN METODE REKLAMASI TERPADU PADA LAHAN  
PASCA TAMBANG EMAS UNTUK BUDIDAYA TANAMAN  
PERKEBUNAN DI KALIMANTAN TENGAH**

**Bidang Prioritas Iptek:  
Teknologi Pangan**

**Jenis Insentif Ristek:  
Riset Terapan**

**LEMBAGA PENELITIAN  
UNIVERSITAS PALANGKA RAYA  
KAMPUS UNPAR, TUNJUNG NYAHO PALANGKA RAYA  
JL. H. TIMANG, TELP./FAX. (0536)3223322  
OKTOBER 2014**

## LEMBAR PENGESAHAN

Judul Topik Penelitian Insentif Riset SINas tahun 2014:

Pengembangan Metode Reklamasi Terpadu pada Lahan Pasca Tambang Emas untuk Budidaya Tanaman Perkebunan di Kalimantan Tengah

Bidang Prioritas Iptek (pengusul wajib memilih yang sesuai):

- |                                 |                                       |
|---------------------------------|---------------------------------------|
| (1) Teknologi Pangan            | 5. Teknologi Informasi dan Komunikasi |
| 2. Teknologi Kesehatan dan Obat | 6. Teknologi Pertahanan dan Keamanan  |
| 3. Teknologi Energi             | 7. Teknologi Material                 |
| 4. Teknologi Transportasi       |                                       |

Jenis Insentif Riset :

- |                        |   |
|------------------------|---|
| 1. Riset Dasar (RD)    | 3. Riset Peningkatan Kapasitas Iptek Sistem Produksi (KP) |
| (2) Riset Terapan (RT) | 4. Percepatan Difusi dan Pemanfaatan Iptek (DF)           |

Lokasi Penelitian : Lahan Pasca Tambang Emas di Kalimantan Tengah

Keterangan Lembaga Pelaksana / Pengelola Penelitian	
<b>A. Lembaga Pelaksana Penelitian</b>	
Nama Peneliti Utama	Dr. LiswaraNeneng, M.Si
Nama Lembaga/ Institusi	Universitas Palangka Raya
Unit Organisasi	Lembaga Penelitian
Alamat	Kampus Unpar, Tunjung Nyaho, Palangka Raya
Telepon/Faksimil	05363223322
HP/e-mail	085252763573
<b>B. Anggota Konsorsium</b>	
Nama Pimpinan Lembaga	Dr. Ir. M. Saleh Mokhtar, MP
Nama Lembaga	Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP)
Alamat	Jl. G. Obos Palangka Raya
Telepon/HP/Faksimil/e-mail	05363329662

### Rekapitulasi Biaya

No.	Uraian	Jumlah		
		Tahun I	Tahun II	Tahun III
1.	Gaji dan Upah	30.000.000,-	67.360.000,-	31.400.000,-
2.	Bahan Habis Pakai	62.230.950,-	144.050.000,-	191.830.000,-
3.	Perjalanan	96.000.000,-	48.085.000,-	51.970.000,-
4.	Lain-Lain	11.769.050,-	40.505.000,-	24.800.000,-
	<b>Jumlah biaya tahun yang diusulkan</b>	<b>200.000.000,-</b>	<b>300.000.000,-</b>	<b>300.000.000,-</b>

Kepala Lemlit UNPAR

Prof. Ir. Dosis Th. Undjung, M.Si.  
NIP. 19600801 198610 1 001

Peneliti Utama

Dr. Liswara Neneng, M.Si.  
NIP.19680128 199403 2002

## **BAB 1. PENDAHULUAN**

Lahan pasca penambangan emas di Kalimantan Tengah tersebar pada 8 Kabupaten, di Kalimantan Tengah, yakni kabupaten Kapuas, Kotawaringin Barat, Kotawaringin Timur, Barito Utara, Barito Selatan, Katingan, Gunung Mas, dan Murung Raya. Luas areal lahan ini mencapai 112.834 hektar (Dinas Pertambangan dan Energi Prop. Kalteng, 2002). Hasil studi tentang karakteristik lahan pasca tambang emas pada 6 lokasi pasca penambangan emas di Kalimantan Tengah, memperlihatkan terjadinya kerusakan lahan, lapisan topsoil hampir tidak ada. Tekstur tanah 97% pasir, kandungan bahan organik tanah < 2%. Tingkat permeabilitas tanah tergolong kurang baik, karena memiliki kecepatan rata-rata di atas 25,4 cm/jam, pori drainase cepat, persentase volume air tersedia sangat sedikit. pH tanah berkisar 4,5 hingga 5,5. Rata-rata kadar Hg pada tiap lokasi, sebesar 2,44 ppm. Vegetasi sedikit, terdiri dari rumput-rumputan (4 jenis), paku-pakuan (2 jenis), dan perdu (2 jenis), dan populasi mikrobial tanah kurang dari  $10^8$  (Neneng, dkk., 2012). Kondisi di atas sangat kurang mendukung untuk pertumbuhan tanaman produktif.

Masalah utama yang timbul pada wilayah bekas tambang adalah perubahan lingkungan, yang meliputi: perubahan morfologi dan topografi lahan, perubahan kimiawi tanah yang berdampak pada perubahan iklim mikro, gangguan habitat biologi berupa flora dan fauna, serta penurunan produktivitas tanah dengan akibat menjadi tandus atau gundul. Mengacu kepada perubahan tersebut perlu dilakukan upaya reklamasi, yang bertujuan menjaga lahan agar tidak labil dan lebih produktif, mencegah erosi atau mengurangi kecepatan aliran air permukaan, Tujuan akhir reklamasi, diharapkan dapat menghasilkan nilai tambah bagi lingkungan dan menciptakan keadaan yang jauh lebih baik dibandingkan dengan keadaan sebelumnya.

Upaya perbaikan lahan kritis pasca tambang emas di Kalimantan Tengah sangat dibutuhkan karena: lahan pasca tambang emas masih menyimpan potensi untuk menjadi sumber pencemaran logam berat berbahaya (Hg). Reklamasi secara alami tidak dapat terjadi secara mudah, karena tingkat kerusakan akibat kegiatan penambangan emas, menyebabkan hilang dan berkurangnya lapisan topsoil tanah. Lahan tidak produktif yang terbentuk pasca penambangan emas, sangat merugikan bagi lingkungan dan masyarakat setempat. Jika perbaikan kondisi lahan pasca tambang emas berhasil dilakukan, maka akan ada ribuan hektar lahan di Kalimantan Tengah yang dapat dipulihkan menjadi lahan yang lebih produktif.

Reklamasi terpadu merupakan teknik reklamasi yang memadukan beberapa metode secara bersamaan. Beberapa kegiatan yang dilakukan meliputi : 1) kegiatan mengurangi polutan Hg pada tanah menggunakan metode bioremediasi, 2) meningkatkan kesuburan tanah dengan penambahan mikroorganisme pada bahan organik (biorganik fertilizer), 3) penambahan bahan organik pada tanah menggunakan arang/serat sawit, yang sekaligus bertujuan untuk mempertahankan agar pupuk dapat bertahan lama pada tanah pasir bekas tambang emas 4) revegetasi dengan tanaman penutup (*cover crop*), dan 5) revegetasi dengan tanaman perkebunan. Pada teknik reklamasi terpadu ini, kelima metode tersebut secara bersamaan.

Hasil penelitian tahun I memperlihatkan, metode reklamasi terpadu telah memperbaiki kondisi tanah lahan pasca tambang emas, dari aspek fisik berupa: perubahan komposisi tekstur tanah menjadi 93% pasir, 5% debu, dan 2,5% liat, peningkatan unsur hara tanah sebesar rata-rata 82%, dan terjadi peningkatan kesuburan tanaman penutup sebesar 5 kali lipat dibandingkan kontrol. Formula reklamasi terpadu yang memberikan hasil terbaik pada aspek fisik, kimiawi, dan biologis tanah pada lahan pasca penambangan emas di Kalimantan Tengah, adalah: penggabungan antara perlakuan 1) bioremediasi, 2) bioorganik fertilizer, yakni

berupa campuran mikroorganisme dan bahan organik, 3) penambahan mulsa, dan 4) tanaman penutup *Colopogonium* sp. dan *Arachis* sp.

Hasil penelitian tahun kedua, berupa aplikasi 5 jenis tanaman perkebunan, yakni: karet, sawit, mete, jarak, dan nenas di lahan pasir pasca penambangan emas, memperlihatkan bahwa perlakuan reklamasi terpadu berupa perpaduan bahan pengaya organik, bahan bioremediasi, dan bioorganik fertilizer, berpengaruh terhadap tingkat kesuburan tanaman perkebunan yang diaplikasi kan pada lahan pasir pasca penambangan emas di Kalimantan Tengah. Jenis komposisi reklamasi terpadu yang sesuai untuk mendukung pertumbuhan tanaman perkebunan di lahan pasir pasca penambangan emas berupa kombinasi bahan pengaya organik dari serat sawit, yang dipadukan dengan mikroorganisme kelompok IBT + EM4, serta gulma jenis *Colopogonium* sp. dan *Chromolaena* sp. organik untuk biofertilizer dari jenis serasah. Bioorganik fertilizer ini diperkaya dengan kotoran ternak sapi dan limbah air kelapa. Jenis tanaman perkebunan yang direkomendasikan untuk lahan pasir pasca penambangan emas di Kalimantan Tengah, berupa tanaman karet dan nenas (Neneng, dkk., 2013).

Masalah yang masih ditemukan pada penelitian tahun kedua adalah formula reklamasi terpadu yang diaplikasikan ke tiap lubang tanam masih kurang efisien, yakni 2 kg/lubang tanam, paket untuk bioremediasi dan biofertilisasi masih terpisah, sehingga tidak mudah untuk diaplikasikan. Kondisi ini mendorong pentingnya melanjutkan penelitian untuk tahun ketiga. Pengembangan penelitian pada tahun ketiga adalah membentuk satu formula yang mampu yang mampu mengurangi tingkat pencemaran Hg pada tanah, mengembalikan produktivitas tanah, mendukung pertumbuhan tanaman, dalam bentuk paket bioorganik fertilizer (Bioorganik-F). Pengembangan formula bioorganik-F akan difokuskan pada bahan-bahan lokal, dengan mengoptimalkan perpaduan mikroorganisme dan bahan organik yang murah, mudah diperoleh, mudah diperbanyak, dan mudah diaplikasikan oleh masyarakat. Penelitian

tahun ketiga ini juga bertujuan untuk menguji stabilitas, viabilitas, dan aktivitas komponen formula Bioorganik-F, pada berbagai lokasi dan kondisi lingkungan lahan pasca penambangan emas dari beberapa areal yang berbeda, dari 3 lokasi di Kalimantan Tengah, yakni: daerah Kampuri (Kabupaten Gunung Mas), dan 2 lokasi di daerah Hampalit (Kabupaten Katingan).

## **BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA**

## **2.1. Reklamasi Terpadu**

Reklamasi lahan adalah suatu upaya pemanfaatan, perbaikan dan peningkatan kesuburan lahan kurang produktif baik yang rusak secara alami maupun pengaruh manusia melalui penerapan teknologi dan pemberdayaan masyarakat. (Dirjen Pengelolaan Lahan dan Air Deptan, 2009). Tujuan kegiatan reklamasi lahan pasca penambangan dimaksudkan untuk memperbaiki ekosistem lahan melalui perbaikan kualitas lahan dan penyediaan sarana produksi dalam rangka peningkatan produktivitas lahan. Reklamasi lahan pasca tambang ini adalah kegiatan untuk memulihkan kembali lahan yang terganggu akibat penambangan sehingga dapat berfungsi kembali sesuai dengan peruntukannya.

Upaya reklamasi umumnya dilakukan dengan spesies tanaman lokal ditambah dengan perlakuan pemberian kapur, pupuk dan bahan organik. Pada beberapa lokasi bekas tambang lainnya, seringkali diperlukan penempatan top soil, penataan timbunan, dan teknik rancangan timbunan yang cukup mahal agar tumbuhan bisa tumbuh dengan baik (Johnson dan Skousen, 1995). Pemilihan jenis tanaman dalam rehabilitasi setidaknya memerlukan persyaratan sebagai berikut : 1) Tanaman harus bisa tumbuh cepat sehingga bisa menutup tanah dalam waktu yang tidak lama; 2) Mempunyai perakaran yang lebar dan atau dalam; 3) Jika ditanam pada daerah yang sering turun hujan harus mempunyai sifat mudah menguapkan air; 4) Sebaliknya untuk daerah yang kering, tanaman harus dipilih yang mempunyai sifat sulit menguapkan air; 5) Tanaman harus bisa dimanfaatkan kemudian hari, artinya mempunyai prospek ekonomi yang baik.

Tujuan akhir dari rencana reklamasi adalah untuk menstabilkan permukaan tanah sambil menyediakan kondisi fisik yang menunjang agar terbentuknya suatu komunitas spesies tumbuhan asli yang beragam dan sama dengan lingkungan hutan primer. Areal yang terbuka dan terganggu direklamasi secara progresif. Strategi penanaman kembali dilaksanakan untuk

menstabilkan lahan terganggu dan meminimalkan erosi, karena kalau tidak demikian akan memperburuk mutu air permukaan.

Pada penelitian tahun ketiga ini implementasi reklamasi terpadu, masih menggunakan gabungan metode bioremediasi, biofertilisasi, dan revegetasi. Perbedaan dengan komponen reklamasi terpadu pada tahun sebelumnya adalah adanya bahan pembawa organik, komposisi mikroorganisme yang digunakan, jenis gulma utama sebagai bahan organik dari tumbuhan, dari jenis *Chromolaena* sp., serta aplikasi pada 3 lokasi penelitian yang berbeda.

## **2.2. Metode Bioremediasi**

Bioremediasi merupakan penggunaan mikroorganisme untuk mengurangi polutan di lingkungan. Saat bioremediasi terjadi, enzim-enzim yang diproduksi oleh mikroorganisme memodifikasi polutan beracun dengan mengubah struktur kimia polutan tersebut, sebuah peristiwa yang disebut biotransformasi. Pada banyak kasus, biotransformasi berujung pada biodegradasi, dimana polutan beracun terdegradasi, strukturnya menjadi tidak kompleks, dan akhirnya menjadi metabolit yang tidak berbahaya dan tidak beracun.

Bioremediasi lingkungan merupakan suatu proses peningkatan mutu lingkungan yang melibatkan makhluk hidup, seperti tumbuh-tumbuhan (fitoremediasi), hewan (zooremediasi), dan mikroorganisme (remediasi mikrobial) (Gupta *et al.*, 2003). Bioremediasi didefinisikan sebagai suatu proses degradasi limbah organik secara biologis di bawah kondisi terkendali, menjadi bentuk limbah yang kurang toksik (Vidali, 2003). Bioremediasi juga dapat didefinisikan sebagai proses yang menggunakan mikroorganisme atau enzimnya untuk mengembalikan kondisi lingkungan yang telah diubah oleh kontaminan, ke kondisi awalnya (Nabir, 2003).

Pendekatan-pendekatan bioremediasi yang baru didasarkan pada kemajuan dalam biologi molekuler dan rekayasa proses. Bioremediasi menjadi pendekatan yang sesuai untuk memproses bahan buangan biologis dan membuang patogen mikrobial. Bioremediasi juga



berperan untuk mengurangi toksisitas logam berbahaya dan bahan-bahan radioaktif atau untuk merecoveri logam agar dapat digunakan kembali (Bonaventura dan Johnson, 1997). Tujuan bioremediasi (bersama dengan pendekatan fisik dan kimiawi untuk remediasi) adalah untuk mengurangi sejumlah senyawa kimia berbahaya dan mengubahnya menjadi bentuk yang lebih bermanfaat (Nascimento & Souza, 2003).

Beberapa mikroorganisme memiliki kemampuan untuk memanfaatkan kontaminan lingkungan sebagai sumber makanan dan sekaligus untuk tumbuh dan berkembangbiak di areal kontaminan (Vidali, 2001). Polutan tersebut digunakan sebagai sumber energi, sumber karbon atau akseptor elektron untuk metabolisme mikroorganisme yang bersangkutan. Beberapa bakteri, khamir dan algae mampu mengakumulasi ion logam dalam sel mereka beberapa kali lipat dari konsentrasi logam di lingkungan sekitarnya (Semple dalam Widyati, 2004). Peristiwa mutasi dan seleksi turut menghasilkan evolusi pada strain mikroorganisme yang mampu beradaptasi untuk memanfaatkan kontaminan lingkungan, akibatnya mikroorganisme yang memiliki kemampuan untuk memetabolisme kontaminan spesifik, dapat diperoleh pada lokasi yang terkontaminasi (Vidali, 2001).

Teknologi bioremediasi menggunakan mikroorganisme bertujuan untuk mengurangi, menghilangkan atau mengubah produk kontaminan yang terdapat di tanah, sedimen, air, dan udara (Nabir, 2003). Beberapa keuntungan bioremediasi antara lain: relatif lebih murah dan menguntungkan dibandingkan dengan metode kimia dan fisika dalam menanggulangi limbah dan polutan lingkungan; merupakan proses alami, dan hasil prosesnya bukan merupakan produk yang berbahaya (Anas, 1997).

### **2.3. Metode Biofertilisasi dengan Pupuk Organik Hayati (Bioorganik Fertilizer)**

Metode biofertilisasi merupakan pemanfaatan aspek biologis untuk mendukung kesuburan tanah. Metode ini memiliki beberapa keunggulan, antara lain: 1) dapat

menyumbangkan nutrient yang sesuai dengan kebutuhan aktivitas biologis tanah, 2) memelihara kesehatan tanaman dengan meningkatkan nutrisi, 3) meningkatkan kandungan bahan organik dalam tanah, 4) meningkatkan unsur hara tanah

Pengertian pupuk organik hayati adalah pupuk organik yang mengandung isolat unggul seperti mikroba penambat nitrogen ( $N_2$ ), mikroba pelarut fosfat (P), atau mikroba perombak selulosa yang diberikan ke biji, akar, tanah ataupun bahan kompos dengan tujuan meningkatkan jumlah mikroba potensial dan mempercepat proses tersedianya hara bagi tanaman. Biofertilizer adalah pupuk organik yang mengandung mikroorganisme non simbiotik yang mampu memfiksasi Nitrogen, menambang P (Fosfor), atau berfungsi sebagai dekomposer (Deshmukh *et al.*, 2007). Jenis-jenis mikroorganisme non simbiotik yang banyak digunakan sebagai bahan biofertilizer antara lain adalah: *Azotobacter*, *Azospirillum*, dan *Acetobacter*. Mikroorganisme non simbiotik yang berguna sebagai penambang P dan mineral lain adalah adalah: *Bacillus* spp., *Penicillium* spp. & *Aspergillus* sp. (Shinde dan Khade, 2007). Bakteri-bakteri tersebut menurut Deshmukh *et al.*, (2007) juga mampu merangsang perkecambahan biji, meningkatkan vigor dan pertumbuhan tanaman serta sintesa khlorofil. Kelebihan *Azospirillum* adalah kemampuannya menghasilkan gum (polisakarida) yang bermanfaat memperbaiki struktur tanah. Bakteri ini juga mengeluarkan hormon-hormon pertumbuhan seperti IAA, kinetin, gibberelins dan vitamin B yang berguna untuk meningkatkan kemampuan bakteri memfiksasi N dari atmosfer. *Azospirillum* paling baik diaplikasikan ke tanah yang mengalami stres, atau tanah berkadar garam tinggi atau alkalin. Beberapa spesies *Azotobacter* yang lainnya dapat menghasilkan antibiotik, sehingga mampu berfungsi ganda sebagai agensia pengendali.

Jenis mikroorganisme lain adalah kelompok EM4. Pemanfaatan EM-4 dapat mempercepat pematangan kompos, menekan pertumbuhan patogen, meningkatkan sediaan nutrisi dan aktifitas mikroorganisme menguntungkan, memfiksasi N, serta mudah diaplikasikan

(Sumarna,*et.al.*, 2000). Higa dan Wididana (1991)) menjelaskan bahwa EM4 mengandung lima jenis mikroorganisme utama yaitu: bakteri fotosintetik, ragi, *Lactobacilus*, *Actinomyces* dan jamur fermentasi, yang bekerja secara sinergis untuk menyuburkan tanah dan meningkatkan pertumbuhan tanaman. Bakteri fotosintetik berperan untuk mengikat nitrogen dari udara bebas, memakan gas-gas beracun dan panas dari hasil proses pembusukan, sehingga populasi bakteri pembusuk dalam tanah berkurang. Ragi dan jamur fermentasi berfungsi untuk memfermentasikan bahan organik menjadi senyawa asam laktat yang dapat diserap oleh tanaman, *Actinomyces* berfungsi menghasilkan senyawa-antibiotik yang bersifat toksik terhadap patogen atau penyakit, serta dapat melarutkan ion-ion fosfat dan ion mikro lainnya. Pemberian EM4 juga berguna dalam meningkatkan ketersediaan unsur hara tanaman. Hasil analisis laboratorium DEPTAN menunjukkan bahwa unsur yang terkandung dalam EM4 terdiri dari, N, P, K, B, S, Cu, Mb, Co, Fe, dan Mn.

Pemberian EM-4 pengaruh positif pada jumlah bunga dan jumlah polong. Hal ini diduga berhubungan dengan besarnya luas daun yang terbentuk sejak fase vegetatif dan baiknya kondisi lingkungan fisik, biologi dan kimia tanah akibat perlakuan tersebut. apabila pada kondisi lingkungan yang normal, maka pembentukan bunga dan polong sangat dipengaruhi oleh kandungan cadangan makanan sebagai sumber energi (Gardner *et al.*, 1991), sedangkan besarnya penumpukan karbohidrat dalam tanaman tergantung pada keseimbangan fase vegetative dan reproduktif, diperlukan kondisi dimana tanaman mempunyai laju fotosintesis yang tinggi, suhu dan kondisi lingkungan yang optimal.

Upaya mengatasi minimnya unsur hara dan populasi mikrobial tanah, dapat dilakukan dengan cara menambahkan nutrisi ke dalam tanah atau dikenal dengan istilah pemupukan. Jenis pupuk yang baik diharapkan bermanfaat meningkatkan unsur hara tanah, aman bagi lingkungan, mudah diperoleh, dan ekonomis dari segi harga. Biofertilizer juga mengandung bahan-bahan organik yang diharapkan dapat mendukung pertumbuhan mikroorganisme.

Bahan organik yang dimaksud, dapat berasal dari tumbuhan dan juga dari hewan. Pada penelitian ini digunakan bahan organik dari limbah hewan berupa kotoran sapi, dan bahan organik dari gulma tumbuhan jenis *Chromolaena odorata*.

*Chromolaena odorata* banyak tumbuh pada lahan kering dengan ketersediaan berlimpah dan selama ini belum banyak dimanfaatkan karena dianggap sebagai gulma. Penambahan bahan organik berupa kompos *Chromolaena odorata* dan pada lahan kering berdaya ameliorasi ganda dengan bermacam-macam proses yang saling mendukung (Sutanto, 2002). Kompos *Chromolaena odorata* dapat memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Hasil dekomposisi *Chromolaena odorata* dapat meningkatkan bahan organik tanah, memperbaiki agregat dan struktur tanah, meningkatkan Kapasitas Tukar Kation (KTK) serta menyediakan unsur hara nitrogen, fosfor, kalium, kalsium dan magnesium (Suntoro, 2001).

Biomasa *Chromolaena odorata* mempunyai kandungan hara yang cukup tinggi (2.65% N, 0.53% P dan 1.9% K) sehingga biomasa *Chromolaena odorata* merupakan sumber bahan organik yang potensial untuk perbaikan kesuburan tanah. Hasil penelitian di India menunjukkan bahwa penggunaan *Chromolaena odorata* sebagai pupuk hijau dengan dosis 10 t ha<sup>-1</sup> dapat meningkatkan produksi padi sebesar 9-15%. Kompos *Chromolaena* sp. dapat memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Hasil dekomposisi *Chromolaena* sp. dapat meningkatkan bahan organik tanah, memperbaiki agregat dan struktur tanah, meningkatkan Kapasitas Tukar Kation (KTK) serta menyediakan unsur hara nitrogen, fosfor, kalium, kalsium dan magnesium (Suntoro, 2001). Selanjutnya Suntoro (2011) menyatakan, *Cromolaena* sp. mengandung Mg cukup tinggi, sehingga pemberian kompos *Cromolaena* sp. pada dosis besar dapat meningkatkan kandungan klorofil daun. Menurut Suryatini (2000), magnesium dibutuhkan oleh tanaman untuk kegiatan enzim-enzim yang berhubungan dengan metabolisme karbohidrat, terutama dalam siklus asam sitrat yang memiliki peranan penting dalam respirasi sel, terdapat interaksi antara takaran N tersedia dalam tanah dengan serapan P oleh tanaman.

## 2.4 Bahan Pengaya Organik

Pada penelitian ini, bahan pengaya organik yang diuji ada 2 jenis, yakni arang kayu dan serat sawit, yang ditempatkan pada dasar lubang tanam, sebelum pemberian bioorganik fertilizer. Bahan pengaya organik ini perlu ditambahkan, untuk mengatasi kondisi minimnya bahan organik pada lahan pasir bekas tambang, serta tingginya tingkat porositas tanah. Keberadaan bahan pengaya organik ini, diharapkan dapat berperan sebagai cadangan karbon dan untuk mempertahankan agar pupuk dapat bertahan lama pada lubang tanam.

Arang adalah bahan yang ringan memungkinkan sirkulasi udara dan kapasitas menahan air tinggi, serta karena berwarna kehitaman dapat mengabsorpsi sinar matahari dengan efektif. Sifat yang hampir sama dimiliki pula oleh arang kayu. Arang juga mengandung unsur-unsur hara yang sangat dibutuhkan oleh tanaman, meskipun secara jumlah belum mencukupi bagi tanaman. Hal tersebut mendorong pentingnya penambahan unsur hara baik makro maupun mikro pada media arang. Manfaat arang adalah untuk menetralkan keasaman tanah, menetralkan racun, meningkatkan daya ikat tanah terhadap air, merangsang pertumbuhan mikroba yang menguntungkan bagi tanaman, dan menjadikan tanah gembur sehingga memperbaiki drainase dan aerasi tanah.

Manfaat penggunaan arang dapat meningkatkan jumlah bakteri dan bakteri fiksasi nitrogen (*Azotobacter*) di dalam tanah, terutama di sekitar akar tanaman. Hasil penelitian di Jepang melaporkan bahwa lahan yang diberi arang meningkatkan frekuensi bakteri fiksasi nitrogen sebesar 10-15% di Hokkaido dan Tohoku (Honshu Utara), 36-48% di Kanto hingga Chugoku (Honshu sebelah Timur-Barat), dan 59-66% di Kyusu. Hasil kajian di Balingan melaporkan bahwa arang meningkatkan populasi mikroba *Citrobacter* sp, *Enterobacter* sp, dan *Azotobacter* sp lebih tinggi pada tanaman. Penggunaan arang dapat menurunkan residu pestisida dalam tanah, dan air. Untuk lebih meningkatkan pertumbuhan anakan suatu spesies tanaman baik tinggi, diameter, panjang daun maupun lebar daun sebaiknya dilakukan

campuran dengan arang. Adanya arang dalam campuran media tumbuh, menyebabkan pertumbuhan tanaman menjadi lebih baik. Kondisi ini terjadi karena arang diketahui mempunyai kelebihan antara lain arang mempunyai pori-pori yang dapat menyerap dan menyimpan air dan unsur hara. Adanya campuran arang pada media tumbuh, dapat meningkatkan panjang akar dan bulu-bulu akar karena media akan lebih gembur dan subur sehingga pertumbuhan tanaman akan lebih baik dan sempurna. Hal ini menyebabkan ketahanan hidup tanaman lebih lama (Komarayati, 2004)

Serat sawit dapat berperan menahan laju kecepatan air dan butir-butir tanah yang hanyut pada proses aliran permukaan (Simangunsong, 2011). Serat sawit juga mengandung serat yang tinggi. Kandungan utama serat sawit adalah selulosa dan lignin. Selulosa dalam serat sawit mencapai 54-60 %, sedangkan kandungan lignin mencapai 22-27 % (Hambali, dkk, 2007).

serat sawit memiliki beberapa sifat yang menguntungkan antara lain :

- (1) Memperbaiki struktur tanah berlempung menjadi ringan;
- (2) Membantu kelarutan unsur-unsur hara yang diperlukan bagi pertumbuhan tanaman;
- (3) Bersifat homogeny dan mengurangi risiko sebagai pembawa hama tanaman;
- (4) Merupakan pupuk yang tidak mudah tercuci oleh air yang meresap ke dalam tanah; dan
- (5) Dapat diaplikasikan pada sembarang musim (Pasaribu, 2010).

## **2.5. Metode Revegetasi**

Revegetasi adalah usaha atau kegiatan penanaman kembali lahan bekas tambang ((Direktorat Jenderal Rehabilitasi Hutan dan Lahan Departemen Kehutanan, 1997). Menurut Setiadi (2006), tujuan dari revegetasi akan mencakup re-establishment komunitas tumbuhan asli secara berkelanjutan untuk menahan erosi dan aliran permukaan, perbaikan biodiversitas

dan pemulihan estetika lanskap. Pemulihan lanskap secara langsung menguntungkan bagi lingkungan melalui perbaikan habitat satwa liar, biodiversitas, produktivitas tanah dan kualitas air.

## **2.6. Pertumbuhan Tanaman pada Lahan Pasca Penambangan Emas di Kalimantan Tengah setelah 15 Bulan di Lapangan (Hasil Penelitian Tahun Kedua)**

Pada umur 15 BST aplikasi di lapangan, lima jenis tanaman yang diaplikasikan sejak Maret 2013, memperlihatkan kemampuan adaptasi yang berbeda-beda. Kelima jenis tanaman tersebut adalah: kelapa sawit, jarak, jambu mete, nenas, dan karet. Tanaman kelapa sawit tetap mampu tumbuh, namun kurang subur. Hal ini ditandai dengan kurang berkembangnya tanaman, serta daun yang tampak kekuningan. Tanaman jarak, dapat tumbuh dengan subur, namun tidak dapat bertahan hidup karena diserang hama berupa ulat daun. Ketiga jenis tanaman terakhir mampu tumbuh dengan subur pada areal lahan pasca penambangan emas, yakni: mete, nenas, dan karet, sebagaimana tampak pada Gambar 1 dan 2.



Gambar 1. Tanaman Karet 15 BST (Hasil Implementasi Penelitian Tahun 2013)



Gambar 2. Tanaman Nenas dan Mete 15 BST (Hasil Implementasi Penelitian Tahun 2013)

## 2.7. Kerangka Pemikiran

Saat ini trend penelitian terkait reklamasi lahan kritis banyak menggunakan metode biologis, terutama dengan memanfaatkan potensi mikroorganisme, untuk proses pengayaan unsur hara tanah. Potensi biologis yang lain, menggunakan berbagai jenis tumbuhan untuk revegetasi. Aspek penelitian yang belum banyak digali adalah terkait potensi sinergisme antara berbagai komponen yang ditambahkan pada lahan yang direklamasi, yang meliputi penambahan komponen mikroorganisme, bahan-bahan organik dan vegetasi tumbuhan yang digunakan.

Kegiatan riset yang telah dilakukan terkait bioremediasi hingga saat ini masih dalam fase pengembangan uji coba di skala laboratorium. Hasil penelitian menggunakan konsorsium isolat *Pseudomonas* sp. dan *Klebsiella* sp. Hasil penelitian (Neneng, 2007-2009), telah menemukan 2 jenis bakteri dari golongan Gram negatif, yang potensial untuk mengurangi tingkat pencemaran merkuri (Hg) di media cair. Kemampuan kedua isolat ini berkisar antara 15 - 25 ppm.



Hasil eksplorasi terhadap jenis tumbuhan yang potensial untuk fitoremediasi merkuri juga telah menemukan 21 Jenis tumbuhan, dari 8 lokasi pasca penambangan emas di 3 Kabupaten di Kalimantan Tengah. Tumbuh-tumbuhan yang ditemukan sebanyak 52,38% rumput, 23,81% perdu, 14,29% pohon, dan 9,52% paku-pakuan. Jenis tumbuhan yang memiliki kemampuan paling tinggi untuk mengakumulasi merkuri adalah rumput sampahiring (*Cyperus Sp.*), yakni 5,14 ppm (Neneng, 2009).

Pada tahun 2010-2011 dilakukan ujicoba aplikasi gabungan antara konsorsium mikroorganisme dengan tumbuhan potensial. Hasil penelitian ini memperlihatkan konsorsium mikroorganisme dipadukan dengan tumbuhan fitoremediator merkuri dari jenis karamunting (*Melastoma sp.*), lebih mampu memperbaiki kondisi tanah pada lahan pasca penambangan emas dibandingkan dengan tumbuhan sampahiring (*Cyperus sp.*) (Neneng, 2011).

Penelitian yang diajukan saat ini, merupakan perpaduan bioremediasi yang diperkaya dengan biofertilisasi, pengayaan bahan organik, dan revegetasi. Keunggulan metode reklamasi terpadu ini adalah karena proses reklamasi dilakukan secara komprehensif dan simultan, sehingga pemulihan kondisi tanah dapat diharapkan berlangsung lebih optimal dibandingkan dengan proses penanganan reklamasi yang bersifat parsial. Komprehensif artinya perbaikan menggunakan metode reklamasi terpadu, menyangkut perbaikan aspek fisik tanah, kimiawi tanah, dan biologis tanah, yang dilakukan secara simultan/terpadu.

Pengembangan penelitian ini ke depan adalah membentuk formula bioorganik fertilizer yang mengandung komponen untuk menyuburkan tanah, mendukung pertumbuhan tanaman, sekaligus mampu mengurangi polutan Hg tanah. Komposisi bioorganik fertilizer difokuskan pada bahan-bahan alami sumber lokal, yang murah, mudah diperoleh, mudah diperbanyak, dan mudah diaplikasikan oleh masyarakat untuk mengembalikan fungsi lahan kritis menjadi lahan yang produktif. Pengembangan formulasi bioorganik fertilizer ini juga diharapkan efektif

untuk semua kondisi lahan pasir bekas pertambangan emas, efisien dalam jumlah penggunaan, dan mudah diaplikasikan oleh masyarakat.

## **BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT**

### **3.1 Tujuan dan Sasaran Penelitian**

Kegiatan penelitian ini dilakukan selama 3 tahun, tujuan penelitian adalah sebagai berikut:

#### Tujuan Penelitian tahun pertama:

- 1) Memperoleh informasi karakteristik kerusakan akibat tambang emas, dan rekomendasi lahan pasca tambang emas di Kalimantan Tengah yang masih dapat direklamasi untuk lahan perkebunan.

- 2) Menghasilkan peta lokasi-lokasi lahan pasca penambang emas yang dilakukan oleh masyarakat di Kalimantan Tengah.
- 3) Menghasilkan rekomendasi teknologi perbaikan kualitas lahan pasca tambang emas berdasarkan metode biologi, untuk mengurangi tingkat pencemaran Hg.
- 4) Menghasilkan rekomendasi teknologi pengayaan dan pengelolaan unsur hara tanah dari berbagai sumber bahan alami untuk mengurangi aplikasi pupuk kimia/sintetik.
- 5) Menghasilkan rekomendasi teknologi revegetasi dan jenis tanaman penutup yang mampu memperbaiki kondisi lahan pasca tambang emas, ditinjau dari peningkatan kelembaban tanah, populasi mikrobial tanah, unsur hara tanah, dan pH tanah.

Tujuan Penelitian tahun kedua:

- 1) Menghasilkan rekomendasi jenis tumbuhan budidaya dari tanaman perkebunan yang cocok dikembangkan pada lahan pasca tambang emas di Kalimantan Tengah.
- 2) Menemukan kombinasi jenis-jenis bahan reklamasi yang paling sinergis saat dipadukan di lapangan, sehingga berpeluang untuk dikembangkan pada skala yang lebih besar, dalam bentuk formula yang efektif dan efisien untuk perbaikan kondisi lahan pasca tambang emas.
- 3) Mempercepat pemulihan lahan pasca tambang emas menjadi lahan yang lebih produktif.

Tujuan penelitian tahun ketiga:

- 1) Mengembangkan formula Bioorganik-F menggunakan bahan-bahan lokal hasil temuan penelitian tahun kedua, agar lebih optimal, lebih efisien, dan lebih mudah diaplikasikan oleh masyarakat.
- 2) Menguji stabilitas, viabilitas, dan aktivitas komponen formula Bioorganik-F, pada berbagai lokasi dan kondisi lingkungan lahan pasca penambangan emas dari beberapa areal yang berbeda (dari 3 kabupaten di Kalimantan Tengah).

Sasaran kegiatan riset secara umum adalah untuk melakukan perbaikan kondisi fisik, kimiawi, dan biologis pada lahan-lahan pasca penambangan emas di Kalimantan Tengah, yang kebanyakan menggunakan merkuri (Hg) sebagai bahan utama untuk proses ekstraksi emas.

### **3.2 Manfaat Penelitian**

Keuntungan yang diperoleh dari kegiatan reklamasi terpadu pada lahan pasca tambang emas ini adalah berupa percepatan pemulihan kondisi lahan akibat perlakuan perbaikan pada aspek fisik, kimiawi, dan biologis tanah. Percepatan pemulihan kondisi lahan ini perlu dilakukan, karena lahan pasca penambangan emas yang mencapai luas areal ribuan hektar di Kalimantan Tengah, hingga saat ini masih menjadi lahan tidur yang tidak produktif.

Keunggulan metode reklamasi terpadu ini adalah karena proses reklamasi dilakukan secara komprehensif dan simultan, sehingga pemulihan kondisi tanah dapat diharapkan berlangsung lebih optimal dibandingkan dengan proses penanganan reklamasi yang bersifat parsial. Komprehensif artinya perbaikan menggunakan metode reklamasi terpadu, menyangkut perbaikan aspek fisik tanah, kimiawi tanah, dan biologis tanah, yang dilakukan secara simultan/terpadu.

Manfaat yang diperoleh dari kegiatan penelitian ini berupa: keuntungan dari aspek lingkungan, karena pencemaran Hg diharapkan berkurang, kondisi biotik tanah dan unsur hara tanah diharapkan meningkat. Kondisi akan sangat menunjang kesuburan tanah, yang kemudian akan memberikan peluang tumbuhnya berbagai vegetasi yang distimulasi dari kegiatan revegetasi menggunakan tanaman penutup dan tanaman budidaya.

#### **3.1.1 Dampak ekonomis pemanfaatan hasil**

Hasil penelitian ini diharapkan akan memberikan dampak secara ekonomi bagi masyarakat, karena lahan-lahan yang selama ini tidak dapat digunakan untuk tanaman yang

bernilai ekonomis, setelah melalui proses reklamasi diharapkan dapat dimanfaatkan terutama untuk tanaman perkebunan dan kehutanan.

### **3.1.2 Kontribusi terhadap sektor lain**

Kontribusi hasil penelitian ini juga diharapkan dapat mengatasi permasalahan lingkungan yang disebabkan oleh lahan pasca penambangan emas di Kalimantan Tengah. Permasalahan lingkungan yang muncul akibat lahan pasca tambang emas, antara lain: penyebaran polutan logam berat, terbentuknya lahan kritis, peningkatan suhu lingkungan akibat minimnya vegetasi. Kontribusi penelitian untuk ilmu pengetahuan dan teknologi adalah berupa pengetahuan terkait efektivitas bioremediasi, fitoremediasi, penambahan senyawa organik, revegetasi terhadap reklamasi lahan pasca tambang emas. Hasil riset ini, setelah terbukti efektif untuk reklamasi lahan pasca tambang emas, diharapkan dikembangkan menjadi satu bentuk formulasi senyawa multifungsi yang efisien, efektif, mudah diaplikasikan oleh masyarakat.

### **3.3 Leverage Kegiatan Riset yang Ditawarkan**

Kegiatan riset ini diharapkan berpengaruh untuk mempercepat proses pemulihan lahan kritis pasca tambang emas yang banyak terdapat di wilayah Kalimantan Tengah. Proses percepatan ini dapat terjadi karena adanya: dekontaminasi bahan toksik, pengayaan mikroorganisme dan bahan-bahan organik yang dapat memicu pertambahan jumlah unsur hara tanah. Jumlah unsur hara tanah yang mencukupi akan mendukung tumbuhnya berbagai vegetasi tumbuhan di atasnya. Proses perbaikan kondisi tanah akan terjadi saat vegetasi bisa tumbuh dengan baik di atas tanah yang telah direklamasi. Keberhasilan reklamasi diindikasikan oleh kemampuan vegetasi untuk tumbuh pada lahan, jumlah unsur hara yang

cukup untuk mendukung pertumbuhan, kondisi struktur dan tekstur tanah yang sesuai untuk pertumbuhan tanaman.

## **BAB 4. METODE PENELITIAN**

### **4.1. Tempat dan Waktu**

Penelitian dilakukan pada areal pasca penambangan emas yang ada pada 3 lokasi di Kalimantan Tengah, yakni: di Kabupaten Gunung Mas (di daerah Kampuri), dan 2 lokasi di Kabupaten Katingan (daerah Hampalit dan Baun Bango). Waktu Penelitian selama 10 bulan, mulai Februari 2014 hingga Nopember 2014.

### **4.2. Bahan-bahan Penelitian**

- a. Mikroorganisme: konsorsium *Klebsiella* sp. dan *Pseudomonas* sp. (KP), kelompok EM4, dan kelompok bakteri IBT (isolat lahan tambang baru bara di Barito Timur, Kalimantan Tengah).
- b. Dua jenis tanaman budidaya: karet dan nenas.
- c. Tanaman penutup: *Arachis* sp.
- d. Bahan kultivasi mikroorganisme
- e. Bahan biofertilizer: Kotoran sapi, gulma *Chromolaena odorata*
- f. Bahan pengaya organik: serbuk arang kayu, dan serat sawit.

#### **4.3 Desain Penelitian**

Jenis penelitian pada tahun ketiga ini berupa eksperimen pada skala lapang. Desain penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok. Jumlah perlakuan di lapangan sebanyak 2 perlakuan formula bahan reklamasi: BF1 dan BF2 (Hasil penelitian terbaik tahun kedua), 2 jenis tanaman perkebunan (karet dan nenas madu), 2 jenis bahan pengaya organik (serbuk arang kayu, serat sawit), 2 tingkat jumlah bahan yang diaplikasikan (2 kg/lubang tanam, 1 kg/lubang tanam, dan kontrol. Total 17 perlakuan, untuk 3 lokasi berbeda (sebagai blok ulangan). Total unit perlakuan sebanyak 51 unit, yang digandakan sebanyak 5 kali untuk tiap lokasi, dan tanaman cadangan sebanyak 17, sehingga total tanaman untuk 1 lokasi sebanyak 272 tanaman. Total tanaman untuk 3 lokasi sebanyak 816 tanaman. Luas tiap unit perlakuan 1 m<sup>2</sup>, dengan jarak tanam masing-masing 2 m. Jarak antar kelompok perlakuan 25 m.

#### **4.4 Indikator Keberhasilan Penelitian**

Indikator keberhasilan aplikasi formula bioorganik fertilizer, berupa perbaikan kondisi lahan pasca tambang emas, ditinjau dari aspek fisik, kimiawi, dan biologis. Perbaikan aspek fisik diukur dari: perbaikan komposisi tekstur tanah. Perbaikan dari aspek kimiawi meliputi 1) penurunan kadar polutan (Hg) tanah, 2) peningkatan unsur hara tanah, dan 3) peningkatan

nilai pH tanah. Perbaikan dari aspek biologis meliputi: 1) peningkatan populasi mikrobial tanah, 2) tingkat kesuburan tanaman penutup tanah, 3) tingkat kesuburan tanaman perkebunan, 4) peningkatan jumlah dan jenis biota tanah yang lain (tumbuhan dan hewan).

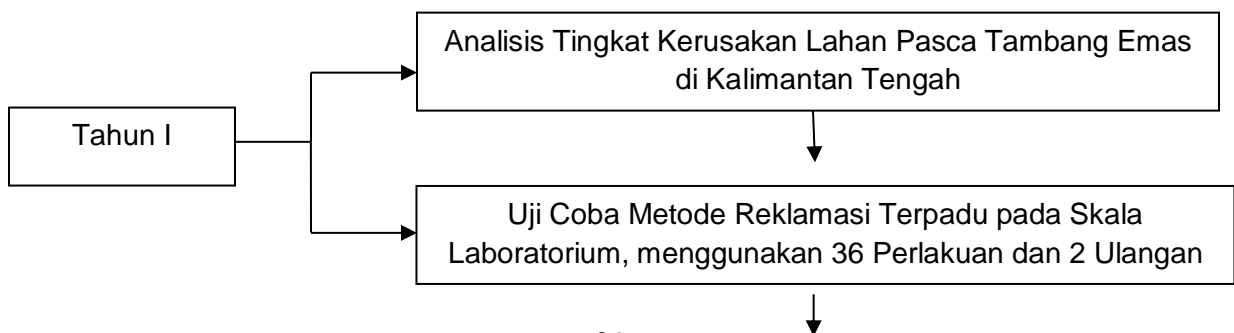
#### 4.5 Prosedur Pengambilan dan Analisis Data

Prosedur analisis tanah menggunakan metode dari Balai Penelitian Tanah (2005), pengukuran kadar Hg menggunakan AAS yang didasarkan pada prosedur dalam APHA (1988), Parameter unsur hara makro tanah diukur menggunakan spektrofotometer, dan unsur hara mikro menggunakan AAS. Analisis kadar Hg tanah dan unsur hara tanah, dilakukan di Laboratorium Kimia, Universitas Brawijaya, Malang. Potensi populasi mikrobial penyusun pupuk dianalisis di Laboratorium Biologi Universitas Palangka Raya. Analisis tingkat kesuburan tanaman diukur secara kualitatif dan kuantitatif. Analisis data diukur menggunakan metode deskriptif dan perhitungan statistik.

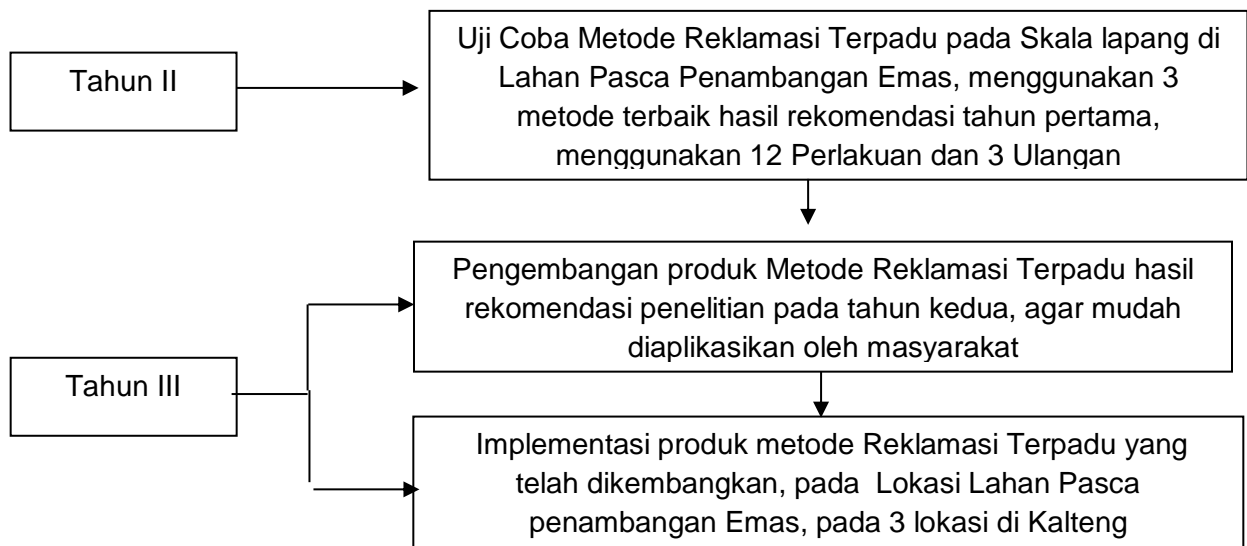
#### 4.6 Ruang Lingkup dan Tahapan Kegiatan Riset beserta Alur yang dilaksanakan

Ruang lingkup penelitian ini meliputi bidang ilmu mikrobiologi, pertanian, kehutanan, perkebunan, dan ilmu tanah. Areal riset difokuskan pada upaya untuk mempercepat pemulihan kondisi lahan pasca tambang emas, serta mengembangkannya menjadi lahan produktif.

**Tahapan kegiatan penelitian adalah sebagai berikut:**







## **BAB 5. HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **5.1 Kondisi Lokasi Penelitian**

Penelitian tahun ketiga dilaksanakan pada 3 lokasi penambangan emas, yakni 2 lokasi berada di Kabupaten Katingan, dan 1 lokasi di Kabupaten Gunung Mas Kalimantan Tengah. Karakteristik kondisi fisik areal penelitian, tampak pada gambar 3 dan 4.



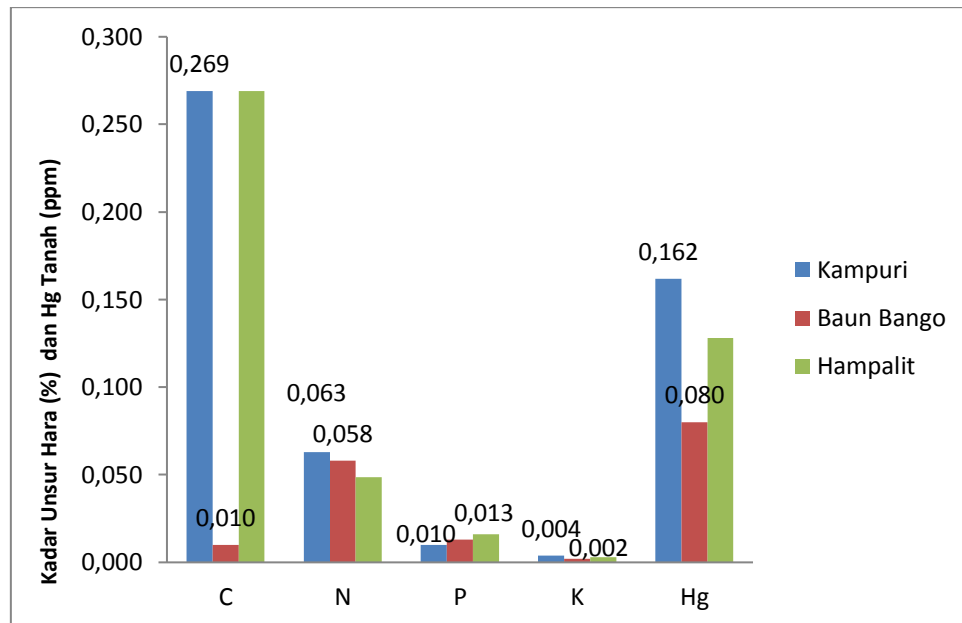
Gambar 3: Lokasi 1 dan 2. Lahan Pasca Penambangan Emas di Hampalit, Kabupaten Katingan



Gambar 4. Lahan Pasca Penambangan Emas di Kampuri, Kabupaten Gunung Mas

Berdasarkan Gambar 3 dan 4 di atas, diketahui bahwa topografi lahan pasca penambangan emas di Kalimantan Tengah mengalami kerusakan. Lahan yang sebelumnya merupakan hutan primer, telah berganti dengan lahan tandus yang didominasi oleh pasir dan kerikil, serta minim vegetasi, akibat hilangnya lapisan topsoil. Hasil analisis kondisi kimiawi tanah, memperlihatkan bahwa 3 lokasi lahan pasca penambangan emas di Kalimantan Tengah, masih mengandung merkuri (Hg) dalam kisaran 0,080 hingga 0,162 ppm (Gambar 5). Maksimal kadar Hg yang diijinkan dalam tanah adalah 0,2 ppm. Mengacu pada standar yang

ditetapkan oleh BNSI diketahui bahwa kadar unsur hara tanah rata-rata dalam katagori sangat rendah (BALITTAN, 2005).



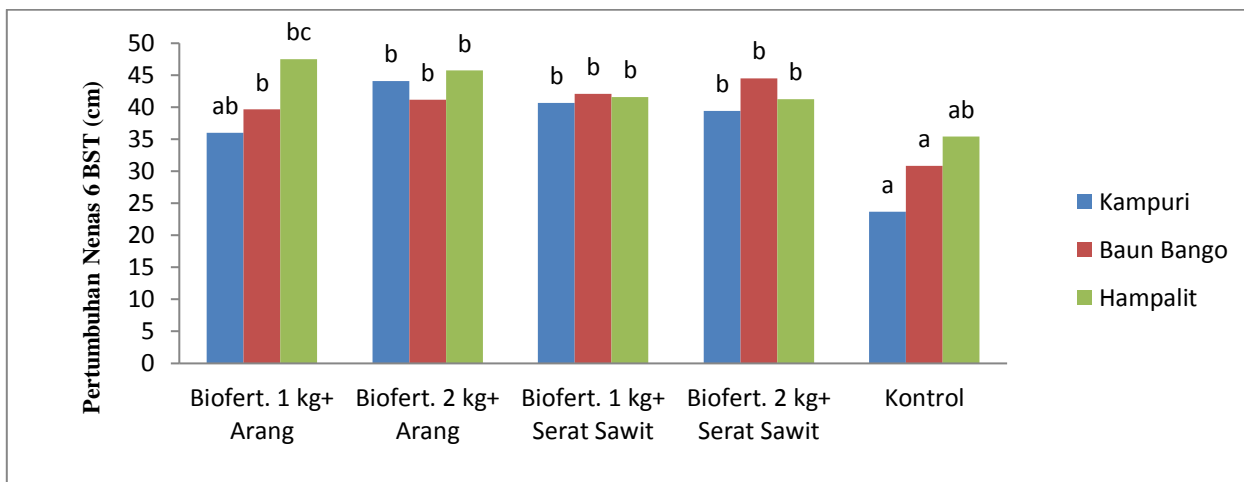
Gambar 5. Hasil Analisis Awal Kondisi Kimiawi Lahan Pasca Penambangan Emas

## 5.2 Pengaruh Perbedaan Komposisi Bioorganik Fertilizer dan Lokasi Tanam terhadap Pertumbuhan Nenas dan Karet

Komposisi Bioorganik Fertilizer (selanjutnya disingkat Bioorganik-F) yang dimaksudkan berupa penambahan bahan pengaya organik dengan arang atau sawit 1 kg/lubang tanam, jumlah Bioorganik-F sebanyak 1 kg atau 2 kg/lubang tanam, yang diaplikasikan sebagai pupuk pada 3 lokasi tanam yang berbeda, yakni di daerah Kampuri (Kabupaten Gunung Mas), daerah Hampalit dan daerah Baun Bango (Kabupaten Katingan), Kalimantan Tengah.

Berdasarkan hasil uji statistik, diketahui bahwa perlakuan komposisi Bioorganik-F dan lokasi tanam berpengaruh sangat signifikan terhadap pertumbuhan nenas pada usia 6 BST. Hasil uji lanjut BNJ pada Gambar 6, memperlihatkan bahwa secara umum semua perlakuan berbeda nyata dengan kontrol. Pertumbuhan tanaman nenas di lokasi Hampalit,

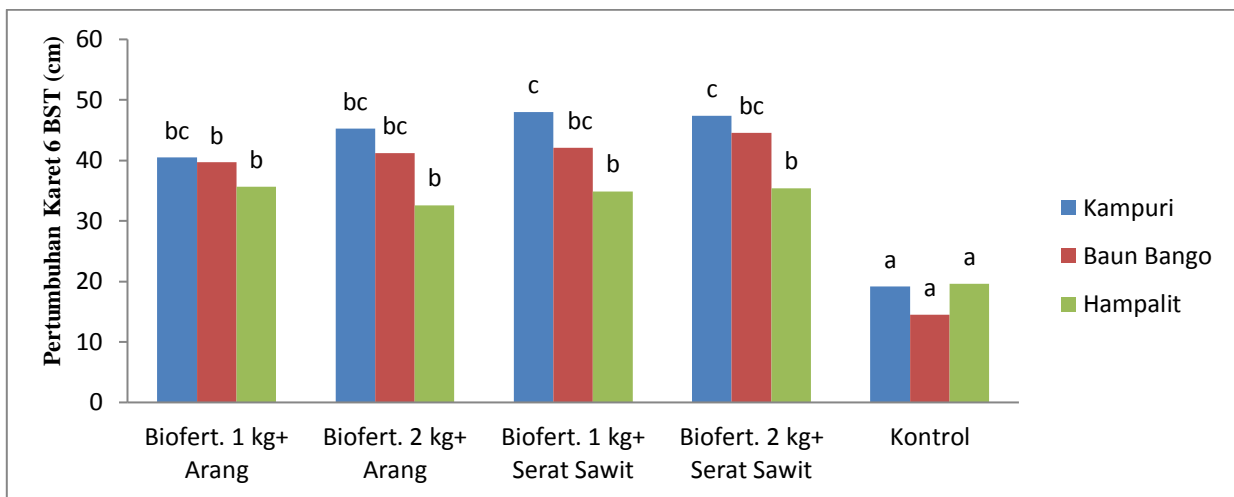
menggunakan komposisi Bioorganik-F 1 kg ditambah arang, lebih baik dibandingkan dengan 2 lokasi lainnya.



Gambar 6. Pertumbuhan Nenas pada Perlakuan Perbedaan Komposisi Bioorganik-F dan Lokasi Tanam

Berdasarkan hasil uji statistik diketahui bahwa perlakuan komposisi Bioorganik-F pada 3 lokasi tanam yang berbeda, berpengaruh sangat signifikan terhadap pertumbuhan tanaman karet. Hasil uji lanjut BNJ 5% (Gambar 7), juga memperlihatkan bahwa semua perlakuan berbeda nyata pengaruhnya dengan kontrol. Pemberian Bioorganik-F sebanyak 1 kg atau 2 kg/lubang tanam, dan ditambah dengan perlakuan serat sawit, di daerah Kampuri memberikan hasil pertumbuhan karet yang terbaik, dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

Tanaman nenas memperlihatkan terbaik terbaik di lokasi Hampalit, dan pertumbuhan yang kurang baik di lokasi Kampuri (Gambar 6). Tanaman karet memperlihatkan respons pertumbuhan yang sebaliknya, yakni terbaik di lokasi Kampuri, dan kurang baik di lokasi Hampalit (Gambar 7).



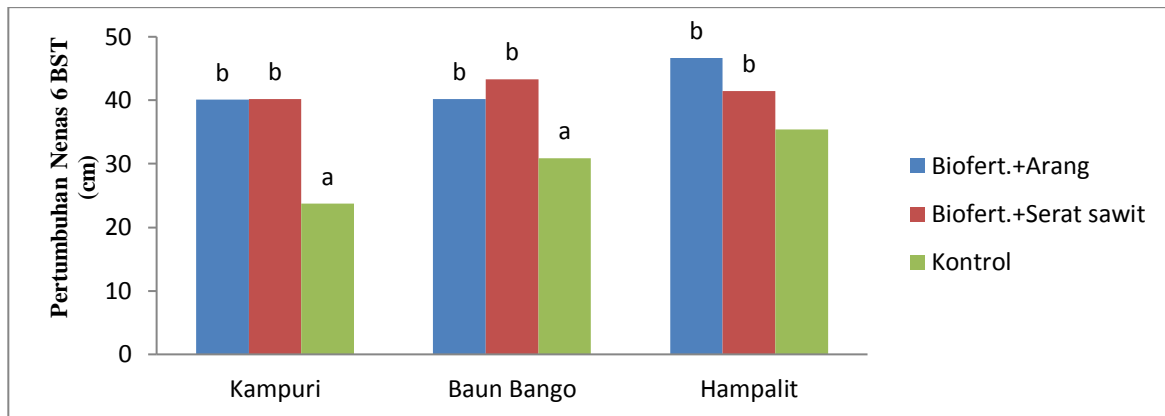
Gambar 7. Pertumbuhan Karet pada Perlakuan Perbedaan Komposisi Bioorganik-F dan Lokasi Tanam

Perbedaan respons pertumbuhan antara nenas dan karet pada 2 lokasi yang berbeda, disebabkan karena kedua lokasi ini memiliki tingkat kekeringan yang berbeda. Berdasarkan hasil analisis ketersediaan air pada kedua lokasi tersebut, diketahui bahwa lokasi Hampalit memiliki tingkat kekeringan yang lebih tinggi, karena hanya mengandung air sebanyak 2,67% volume, sedangkan lokasi Kampuri mengandung lebih banyak air, yakni sebanyak 7,5 % volume (Neneng, dkk., 2014).

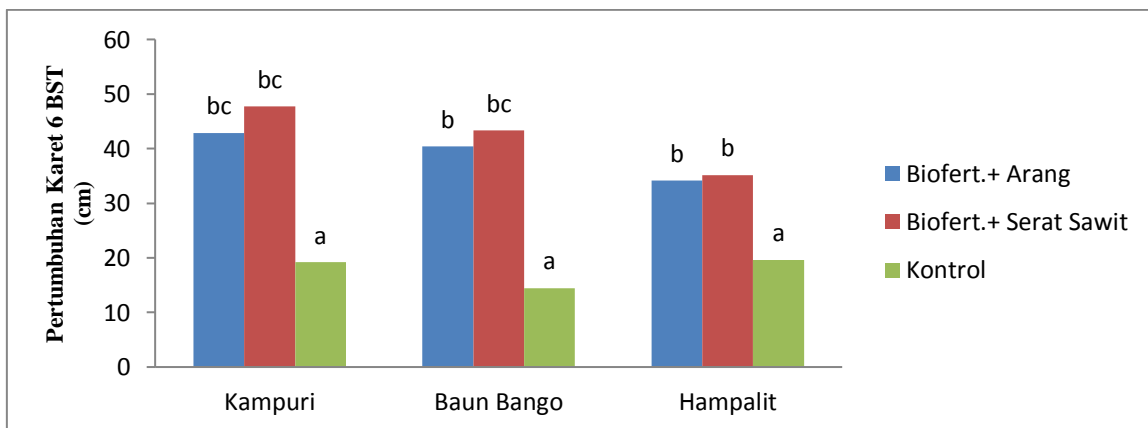
### 5.3 Pengaruh Penambahan Bahan Pengaya Organik yang Berbeda terhadap Pertumbuhan nenas dan Karet

Bahan pengaya organik yang dimaksudkan adalah berupa arang dan serat sawit. Kedua jenis bahan ini merupakan hasil rekomendasi penelitian sebelumnya. Respons pertumbuhan nenas pada Gambar 8 memperlihatkan bahwa semua perlakuan berbeda signifikan dengan kontrol. Berdasarkan hasil uji BNJ 5%, diketahui bahwa bahan pengaya organik berupa arang

maupun serat sawit, tidak berbeda signifikan pengaruhnya terhadap pertumbuhan nenas, pada ketiga lokasi tanam yang berbeda.

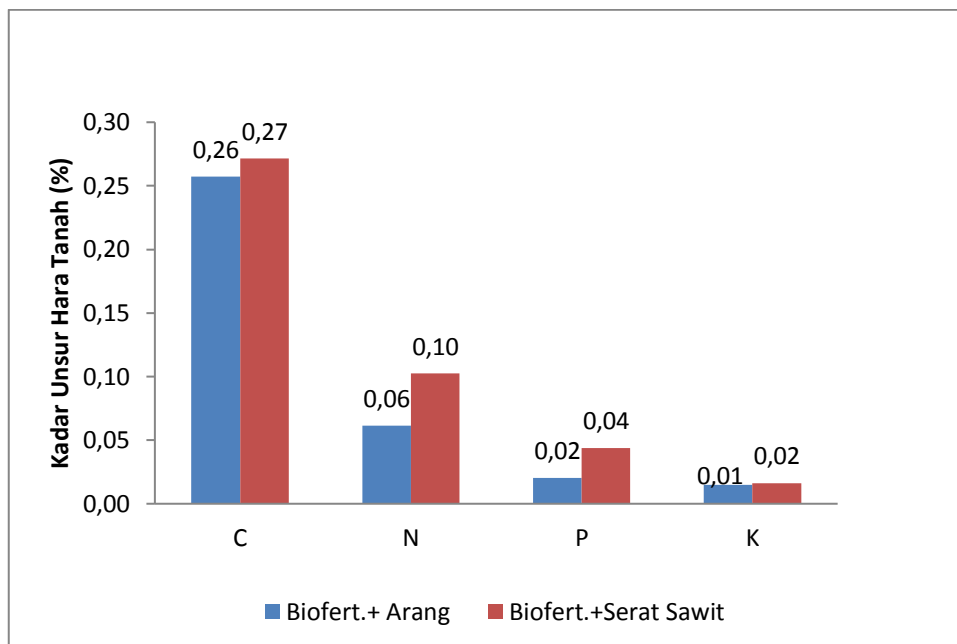


Gambar 8. Pertumbuhan Nenas pada Perlakuan Bioorganik-F + Arang/Serat Sawit



Gambar 9. Pertumbuhan Karet pada Perlakuan Bioorganik-F + Arang/Serat Sawit

Hasil uji BNJ 5% pada Gambar 9, memperlihatkan bahwa jenis bahan organik berupa arang dan serat sawit, tidak berbeda nyata pengaruhnya terhadap pertumbuhan karet, walaupun penambahan serat sawit rata-rata lebih baik dalam mendukung pertumbuhan karet pada semua parameter, dibandingkan dengan penambahan arang. Hasil pertumbuhan tanaman didukung oleh hasil analisis unsur hara tanah pada Gambar 10 di bawah ini.



Gambar 10. Kadar Unsur Hara Tanah (%) pada Perlakuan Arang dan Serat Sawit

Histogram pada Gambar 10, memperlihatkan penambahan serat sawit sebagai bahan pengaya organik pada Bioorganik-F, rata-rata lebih mampu meningkatkan unsur hara tanah, dibandingkan dengan arang. Hasil penelitian terkait pengaruh arang dan serat terhadap pertumbuhan tanaman nenas dan kelapa sawit, sejalan dengan hasil penelitian terdahulu (Neneng, dkk., 2013), yakni: pengayaan bahan organik berupa serat sawit, rata-rata mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman karet dan mete, ditinjau dari parameter tinggi batang, diameter batang, dan jumlah percabangan, dibandingkan dengan penambahan arang.

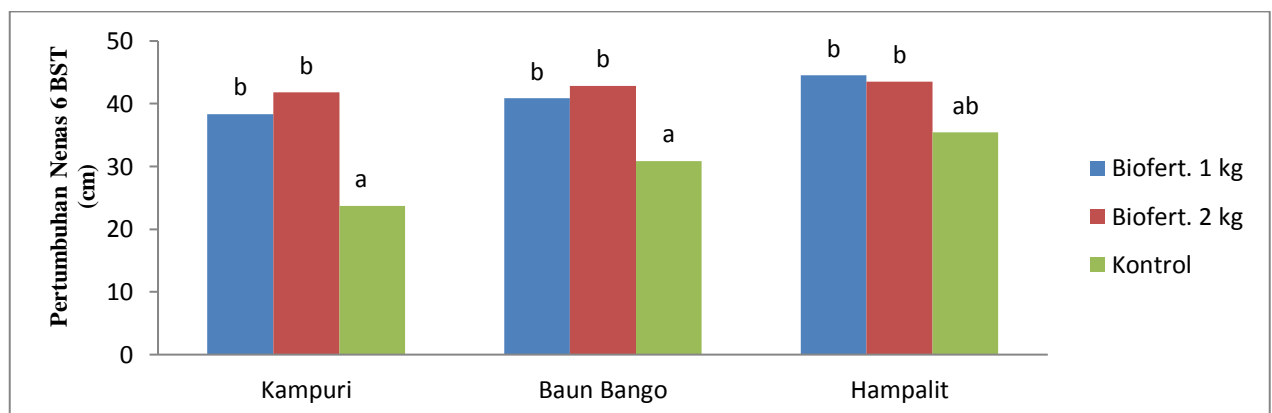
Menurut (Aisueni, 1999), industri kelapa sawit merupakan sumber pertanian terbaik yang dapat diubah untuk menjadi pupuk organik. Aplikasi serat sawit diduga lebih mampu menahan air pada tanah pasir, melepaskan senyawa karbon secara lambat dengan waktu yang relatif lama, serta memberi peluang menjadi media tumbuhnya berbagai jenis mikroorganisme tanah. Serat sawit dapat berperan menahan laju kecepatan air dan butir-butir tanah yang hanyut pada proses aliran permukaan (Simangunsong, 2011). Serat sawit juga

mengandung serat yang tinggi. Kandungan utama serat sawit adalah selulosa dan lignin. Selulosa dalam serat sawit mencapai 54-60 %, dan kandungan lignin mencapai 22-27 % (BALITAN, 2005).

Arang bermanfaat untuk meningkatkan jumlah bakteri dan bakteri fiksasi nitrogen (*Azotobacter* sp.) di dalam tanah, terutama di sekitar akar tanaman. Penggunaan arang juga dapat menurunkan residu pestisida dalam tanah, dan air. Adanya arang dalam campuran media tumbuh, menyebabkan pertumbuhan tanaman menjadi lebih baik. Hal ini terjadi karena arang memiliki pori-pori yang dapat menyerap dan menyimpan air dan unsur hara. Adanya campuran arang pada media tumbuh, dapat meningkatkan panjang akar dan bulu-bulu akar karena media akan lebih gembur dan subur, sehingga pertumbuhan tanaman akan lebih baik dan sempurna. Hal ini menyebabkan ketahanan hidup tanaman lebih lama (Komarayati (2004).

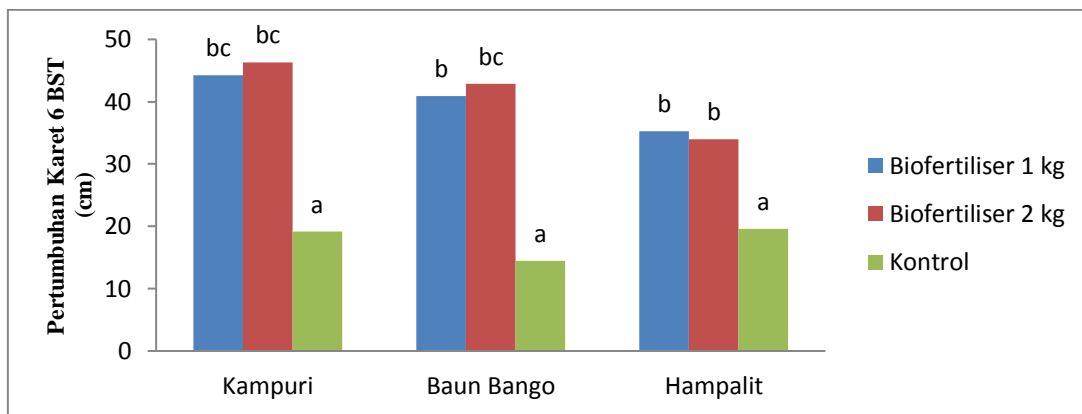
#### 5.4. Pengaruh Jumlah Bioorganik-F terhadap pertumbuhan Nenas dan Karet

Pada penelitian tahun 2012–2013, Bioorganik-F yang digunakan untuk meningkatkan kesuburan lahan pasir pasca penambangan emas, rata-rata sebanyak 2 kg/lubang tanam (Neneng, dkk., 2013). Penggunaan Bioorganik-F sebanyak ini masih kurang efisien, ditinjau dari aspek biaya. Selanjutnya dilakukan uji coba dengan mengurangi setengah dosis Bioorganik-F, yakni 1 kg/lubang tanam.



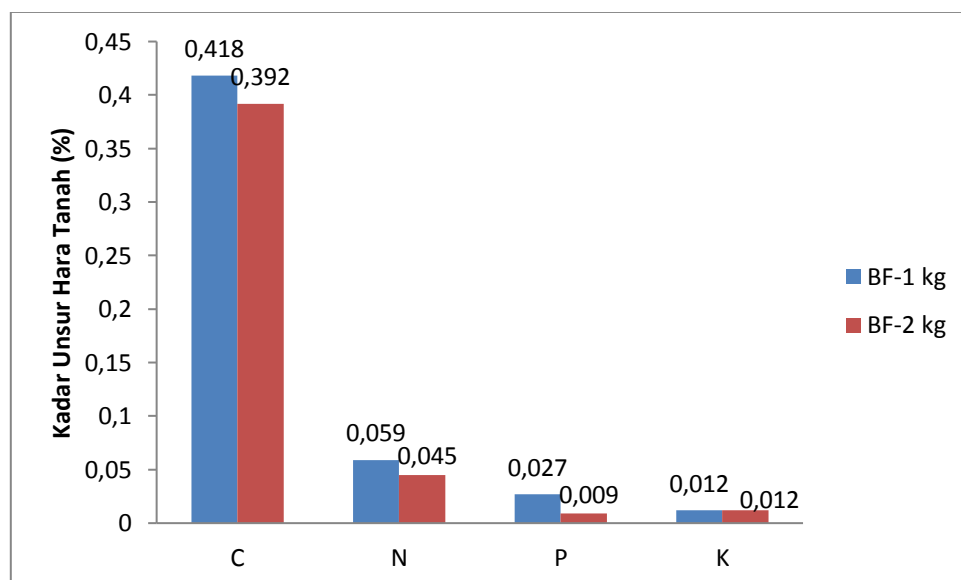
Gambar 11. Pertumbuhan Nenas Pada Perlakuan Jumlah Bioorganik-F yang Berbeda





Gambar 12. Pertumbuhan Karet Pada Perlakuan Jumlah Bioorganik-F yang Berbeda

Hasil penelitian memperlihatkan bahwa tidak ada perbedaan signifikan antara penggunaan Bioorganik-F 1 kg dengan 2 kg, dalam mendukung pertumbuhan nenas (Gb.11), maupun karet (Gb 12). Hasil analisis tanah untuk perlakuan jumlah bioorganik yang berbeda, memperlihatkan bahwa perlakuan 1 kg/lubang rata-rata menghasilkan jumlah unsur hara yang lebih banyak dibandingkan dengan perlakuan 2 kg/lubang tanam (Gb. 13). Hal ini berarti bahwa untuk penggunaan Bioorganik-F dapat direkomendasikan sebanyak 1 kg/lubang tanam.



Gambar 13. Unsur Hara Tanah (%) pada Perlakuan Bioorganik-F 1 kg dan 2 kg/lubang Tanam

Komposisi Bioorganik-F yang digunakan dalam penelitian ini, terdiri dari bahan organik berupa gulma *Chromolaena* sp., kotoran sapi, mikroorganisme IBT dan EM4, air kelapa, tanah subur, dan bahan pengaya organik berupa serat sawit/arang. Jenis gulma *Chromolaena* sp. dipilih, karena berdasarkan hasil penelitian (Winarti dan Neneng, 2013), jenis gulma ini mampu meningkatkan kadar hara tanah gambut lebih baik dibandingkan dengan jenis *Colopogonium* sp. dan *Borrelia alata*.

*Chromolaena* sp. (*Chromolaena odorata*) memiliki keunikan tersendiri, selain dapat berkembang dengan cepat, gulma ini juga mampu tumbuh di lahan marginal dan miskin air. Jika dipangkas, maka 3 (tiga) bulan kemudian akan tumbuh kembali bahkan dapat menghasilkan 4 ton/ha atau setara 1,2 ton/ha bahan kering kandungan pupuk buatan (73 kg Urea, 97 kg SP-36 dan 84 kg KCl). Pengolahan gulma ini lebih lanjut hingga menjadi kompos, dapat menghasilkan nilai kandungan hara lebih tinggi di bandingkan dengan kandungan pada pupuk kandang dari kotoran sapi, dengan komposisi 2.42 % N, 0.26 %P, 50.40 %C, dan 20.82 C/N. Selain itu, daun dan ranting hijaunya dapat dipakai untuk membuat pupuk cair (Fitri, 2013).

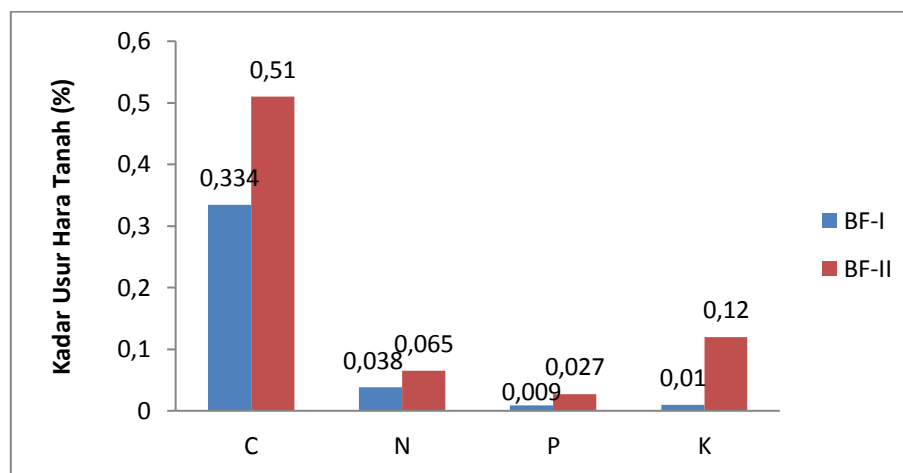
Bioorganik-F yang dibuat juga diperkaya dengan bahan organik dari kotoran ternak sapi dan limbah air kelapa sebagai media pelarut. Bahan organik dari kotoran ternak sapi mengandung N, P dan K yang tinggi sebagai pupuk kompos dapat mensuplai unsur hara yang dibutuhkan tanah dan memperbaiki struktur tanah menjadi lebih baik (Hambali, 2007).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa air kelapa kaya akan potasium (kalium) hingga 17 %. Selain kaya mineral, air kelapa juga mengandung gula antara 1,7 sampai 2,6 % dan protein 0,07 hingga 0,55 %. Mineral lainnya antara lain natrium (Na), kalsium (Ca), magnesium (Mg), ferum (Fe), cuprum (Cu), fosfor (P) dan sulfur (S). Disamping kaya mineral, air kelapa juga mengandung berbagai macam vitamin seperti asam sitrat, asam nikotinat, asam pantotenat, asam folat, niacin, riboflavin, dan thiamin. Terdapat pula 2 hormon alami yaitu auksin dan

sitokinin sebagai pendukung pembelahan sel embrio kelapa. Kandungan mineral itu merupakan hormon-hormon pertumbuhan yang sangat dibutuhkan tanaman.

### 5.5 Pengaruh Perbedaan Mikroorganisme pada Bioorganik Fertilizer terhadap Unsur Hara Tanah

Histogram pada Gambar 14, memperlihatkan bahwa perlakuan komposisi mikroorganisme BF-II lebih meningkatkan unsur hara tanah dibandingkan dengan BF-I.



Gambar 14. Kadar Unsur Hara Tanah (%) pada Perlakuan Komposisi Mikroorganisme yang Berbeda

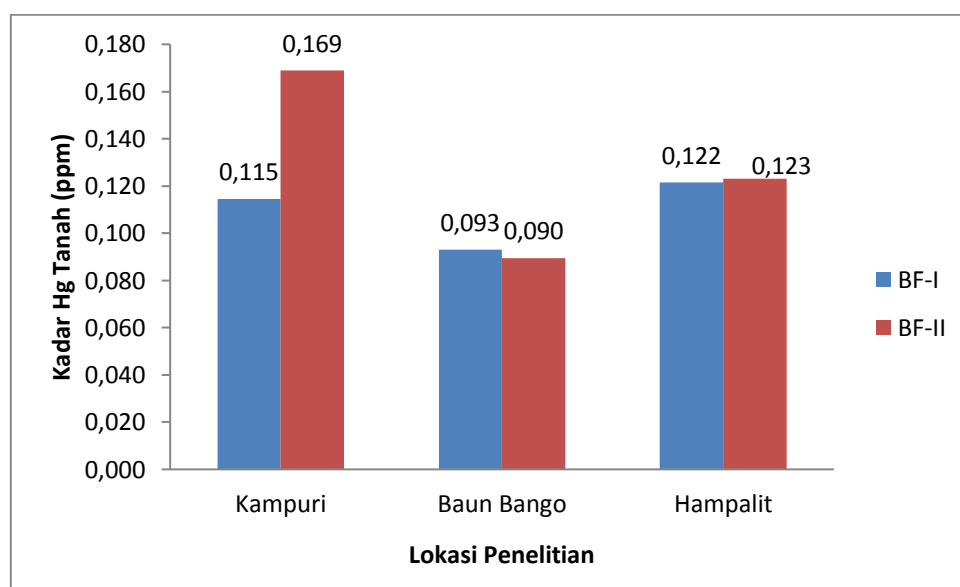
Komposisi mikroorganisme pada BF-II terdiri dari gabungan kelompok bakteri IBT dan EM4. Hasil penelitian Neneng, dkk. (2013) memperlihatkan bahwa mikroorganisme dari kelompok IBT + EM4 memberikan dampak berupa tingkat pertumbuhan tanaman yang lebih baik. Kelompok mikroorganisme IBT ini merupakan mikroorganisme yang teruji bersifat resisten terhadap keberadaan merkuri di media cair, sedangkan kelompok mikroorganisme EM4 sudah diketahui mampu meningkatkan kesuburan tanah. Hasil analisis kompos memperlihatkan bahwa komposisi Bioorganik-F yang mengandung mikroorganisme dari kelompok IBT, memiliki kandungan C organik, kalium, dan magnesium, yang relatif lebih tinggi

dibandingkan dengan komposisi unsur hara yang sama pada jenis kompos lainnya. Diduga kuat, kelompok mikroorganisme ini memiliki potensi untuk menghasilkan enzim ekstraseluler yang mampu untuk mendegradasi senyawa-senyawa yang dibutuhkan untuk kesuburan tanah.

EM4 terdiri dari 95% *Lactobacillus* yang berfungsi menguraikan bahan organik tanpa menimbulkan panas tinggi karena mikroorganisme anaerob bekerja dengan kekuatan enzim. Kandungan mikroorganisme utama dalam EM-4 yaitu: bakteri fotosintetik (*Rhodopseudomonas* spp.), bakteri asam laktat (*Lactobacillus* spp.), ragi / yeast (*Saccharomyces* spp), actinomycetes dan jamur fermentasi (*Aspergillus* dan *Penicillium*).

## 5.6 Pengaruh Pemberian Formula Bioorganik-F+ Bioremediasi terhadap Hg Tanah

Histogram pada Gambar 15, memperlihatkan bahwa perlakuan komposisi mikroorganisme untuk bioremediasi dari kelompok BF-I lebih mampu menurunkan kadar Hg tanah dibandingkan dengan kelompok BF-II. Komposisi mikroorganisme pada BF-I terdiri dari isolat *Klebsiella* sp. dan *Pseudomonas* sp. Kalimantan Tengah, dan diketahui mampu mengurangi kadar merkuri baik di media cair maupun di tanah (Neneng, 2007).

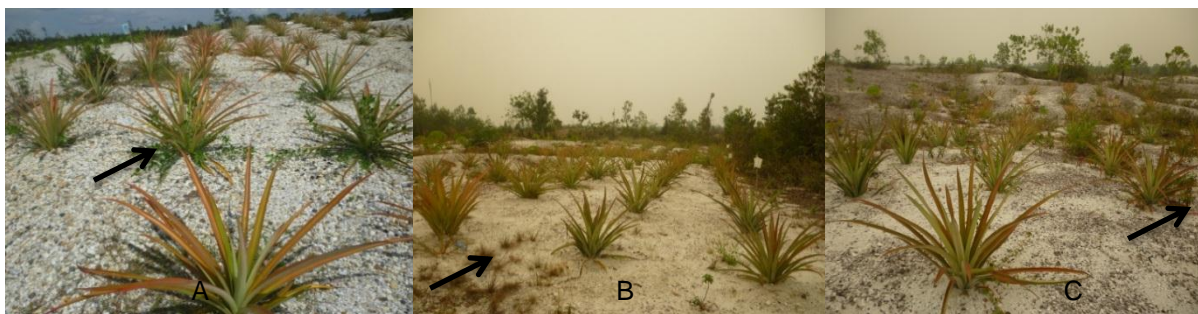


Gambar 15. Kadar Hg Tanah (ppm) pada Perlakuan Komposisi Mikroorganisme yang Berbeda

Beberapa mikroorganisme memiliki kemampuan untuk memanfaatkan kontaminan lingkungan sebagai sumber makanan dan sekaligus untuk tumbuh dan berkembangbiak di areal kontaminan (Vidali, 2001). Polutan tersebut digunakan sebagai sumber energi, sumber karbon atau akseptor elektron untuk metabolisme mikroorganisme yang bersangkutan. Beberapa bakteri, khamir dan algae mampu mengakumulasi ion logam dalam sel mereka beberapa kali lipat dari konsentrasi logam di lingkungan sekitarnya (Semple dalam Widyati, 2004). Peristiwa mutasi dan seleksi turut menghasilkan evolusi pada strain mikroorganisme yang mampu beradaptasi untuk memanfaatkan kontaminan lingkungan, akibatnya mikroorganisme yang memiliki kemampuan untuk memetabolisme kontaminan spesifik, dapat diperoleh pada lokasi yang terkontaminasi (Vidali, 2001).

#### **5.7 Hasil Aplikasi Bioorganik-F terhadap Pertumbuhan Tanaman pada Lahan Pasir Pasca Penambangan Emas**

Jenis tanaman yang dipilih untuk diuji coba di lapangan adalah nenas dan karet. Kedua jenis tanaman ini berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, terbukti cukup mampu tumbuh dengan baik pada lahan, setelah diberi perlakuan. Gambar 16 dan 17, memperlihatkan kondisi lahan setelah 6 bulan kegiatan penanaman. Lahan yang telah berhasil ditumbuhi tanaman budidaya, juga mulai ditumbuhi dengan tanaman pionir (gulma) dari jenis tumbuhan lain (tanda panah pada Gambar 16).



Gambar 16. Pertumbuhan Nenas 6 BST pada Lahan Pasir Pasca Penambangan Emas di Kalimantan Tengah (Lokasi: A. Kampuri, B. Baun Bango, C. Hampalit)



Gambar 17. Pertumbuhan Karet 6 BST pada Lahan Pasca Penambangan Emas di Kalimantan Tengah (Lokasi: A. Kampuri, B. Baun Bango, C. Hampalit)

### 5.8 Formula Bioorganik-F yang Direkomendasikan

Komposisi Bioorganik-F yang telah diuji kemampuannya menunjang pertumbuhan tanaman perkebunan pada lahan pasir pasca penambangan emas, adalah sebagaimana tampak pada Tabel 1 berikut:

**Tabel 1. Komposisi Bahan Biorganik Fertilizer**

No.	Komposisi	Persentase (%)
1.	Kotoran sapi	40%
2.	Gulma <i>Chromolaena sp.</i>	40%
3.	Mikroorganisme IBT	Secukupnya
4.	Mikroorganisme EM4	Secukupnya
5.	Air Kelapa	Secukupnya
6.	Dedak	Secukupnya
7.	Tanah Subur	10%
8.	Serat Sawit sebagai dasar pupuk	1 kg/lubang tanam

(Sumber: Hasil Penelitian Neneng, dkk. 2012-2014)

Komposisi di atas, diperoleh dari 3 tahun uji lapang, untuk membandingkan berbagai jenis bahan organik, berbagai komposisi mikroorganisme, serta bahan penahan pupuk di lubang tanam, agar tidak mudah tercuci, akibat tingginya porositas tanah pasir pada lahan

bekas tambang. Pemilihan jenis gulma *Chromolaena* sp. ditetapkan setelah diseleksi dengan jenis gulma/limbah organik tanaman yang lain, seperti: *Colopogonium* sp., tandan kosong kelapa sawit, *Boreria alata*, dan campuran beberapa jenis serasah. Pemanfaatan serat sawit sebagai bahan tambahan sebelum pemberian pupuk, dipilih setelah diseleksi dengan arang untuk tujuan yang sama. Berdasarkan hasil penelitian, diketahui penambahan serat sawit lebih efektif dalam mendukung pertumbuhan tanaman, juga dalam meningkatkan unsur hara tanah, dibandingkan dengan penambahan arang.

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data diketahui bahwa perlakuan komposisi Bioorganik-F yang terdiri dari perpaduan mikroorganisme IBT dan EM4, limbah kotoran sapi, gulma *Cromolaena* sp., tanah subur, limbah air kelapa, dan pengaya organik berupa serat sawit, dapat diaplikasikan untuk memperbaiki kesuburan lahan pasir bekas penambangan emas. Hasil uji di 3 lokasi lahan yang berbeda memperlihatkan bahwa komposisi Bioorganik-F ini cukup stabil dalam mendukung pertumbuhan tanaman. Hal ini memperkuat asumsi, bahwa komposisi Bioorganik-F yang dibuat ini juga mampu memulihkan kesuburan lahan pada lokasi bekas penambangan emas lainnya, terutama di wilayah Kalimantan Tengah.

Pemilihan jenis tanaman yang akan diaplikasikan, perlu mempertimbangkan ketersediaan air yang ada pada lahan tersebut. Untuk lahan pasca penambangan emas, yang didominasi pasir, bebatuan, dengan kondisi yang minim air, dapat diaplikasikan tanaman nenas dan sejenisnya, sedangkan untuk daerah lahan pasca tambang yang masih mengandung cukup air, dapat diaplikasikan tanaman perkebunan seperti karet, mete, dan sejenisnya. Jumlah Bioorganik-F yang direkomendasikan cukup 1 kg/lubang tanam. Frekuensi pemberian Bioorganik-F hanya 2 kali selama pertumbuhan tanaman. Waktu pemberian pertama, yakni 2 minggu sebelum tanam, dan waktu pemberian kedua, yakni 3 bulan setelah tanam.

## 5.9 Prosedur Reklamasi

Prosedur reklamasi yang dimaksudkan adalah terkait langkah-langkah pemanfaatan bahan-bahan untuk bioremediasi dan biofertilisasi yang telah dikomposkan secara bersamaan, sebagai berikut:

### Tahap I: Penyiapan kompos

Gulma *Chromolaena* sp. dicincang menggunakan mesin pemotong, selanjutnya dicampurkan dengan bahan-bahan lain sesuai dengan komposisi yang ditetapkan. Pengomposan dilakukan selama 21 hari (Gambar 18 dan 19).



Gambar 18 dan 19. Penyiapan Gulma dan Pengomposan

### Tahap II: Aplikasi Serat Sawit dan Bioorganik-F pada Lubang Tanam

Serat sawit diaplikasikan pada dasar lubang tanam, sebelum penambahan bioorganik fertilizer. Jumlah masing-masing sebanyak 1 kg/lubang tanam. Aplikasi bioorganik fertilizer dilakukan sebanyak 2 kali selama penanaman, yakni: 2 minggu sebelum tanam, dan 3 bulan setelah tanam (Gambar 20 dan 21).





Gambar 20 dan 21. Aplikasi Serat Sawit dan Bioorganik-F pada Lubang Tanam

#### Tahap IV: Penanaman Tumbuhan Budidaya

Tumbuhan budidaya yang ditanam adalah dari jenis karet dan nenas madu (Gambar 22-24). Kedua jenis ini dipilih berdasarkan seleksi atas hasil penelitian tahun sebelumnya. Kegiatan penanaman tanaman budidaya dilakukan 2 minggu setelah penambahan bioorganik fertilizer pada lubang tanam. Hal ini dilakukan agar mikroorganisme yang menjadi komponen penyusun bioorganik fertilizer lebih beradaptasi dengan kondisi lingkungan pasir, dan bahan-bahan organik dapat lebih menyatu dengan tanah.



Gambar 22-24. Penanaman Nenas dan Karet pada Lahan Pasir Bekas Penambangan Emas.

## **BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN**

### **6.1. KESIMPULAN**

- 1) Formula Bioorganik-F yang dapat mendukung pertumbuhan tanaman dan memperbaiki kesuburan tanah pada lahan pasir bekas penambangan emas, terdiri dari kelompok mikroorganisme IBT dan EM4, limbah kotoran sapi, gulma *Cromolaena* sp., tanah subur, limbah air kelapa, dan bahan pengaya organik dari serat sawit.
- 2) Hasil uji stabilitas formula Biorganik-F dalam mendukung pertumbuhan tanaman, tidak berbeda signifikan pada lokasi tanam yang berbeda.
- 3) Formula Bioorganik-F terbukti mampu memperbaiki kadar unsur hara tanah pada lahan pasir pasca penambangan emas.
- 4) Prosedur reklamasi menggunakan formula Bioorganik-F, dilakukan dengan cara mengaplikasi serat sawit 1 kg pada dasar lubang tanam, selanjutnya ditambahkan Bioorganik-F sebanyak 1 kg/lubang. Pemberian Bioorganik-F dilakukan 2 kali selama pertumbuhan tanaman, yakni 2 minggu sebelum tanam, dan 3 bulan setelah tanam.
- 5) Jenis tanaman yang direkomendasikan untuk reklamasi lahan pasir pasca penambangan emas adalah nenas, karet, dan jambu mete.

### **6.2. SARAN**

Pemilihan jenis tanaman yang akan diaplikasikan, perlu mempertimbangkan ketersediaan air yang ada pada lahan tersebut. Pada lahan pasca penambangan emas, yang didominasi pasir, bebatuan, dengan kondisi yang minim air, dapat diaplikasikan tanaman nenas dan sejenisnya, sedangkan untuk daerah lahan pasca tambang yang masih mengandung cukup air, dapat diaplikasikan tanaman perkebunan seperti karet, mete, dan sejenisnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aisueni No, Omoti U (1999) *The Making Of Compost From Empty Oil Palm Bunch Refuses*. In: *Books Of Abstracts, Soil Science Society Of Nigeria Conference*. Benin. 21–25 November 1999
- APHA, 1988. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Ed.20.3111 B.USA: American Public Health Association. APHA Washington DC.
- Argonne, 2007. *Phytoremediation of Soil and Groundwater*. Environmental Science Division. A.U.S. Department of Energy Laboratory. Chicago Argonne. LLC. <http://www.evs.anl.gov> (diakses tanggal 28 Oktober 2008).
- Balai Penelitian Tanah, 2005. *Petunjuk Teknis: Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk*. Bogor.
- Brockl. 1994. *Pemanfaatan Mikroorganisme Dalam Kehutanan*. PAU. Bioteknologi IPB. Bogor
- Colome, J., A.M. Kubinski, R. J. Cano, D. V. Grady. 1986. *Laboratory Exercises in Microbiology*. West Publ. Co. San Francisco.
- EPA, 2005. *A Citizen's Guide to Phytoremediation*. <http://www.cluin.org> or <http://www.epa.gov> (diakses tanggal 28 Oktober 2008).
- Fitri, Y.A., 2013. *Kirinyuh/Chromolaena odorata*, (Gulma dengan Banyak Potensi Manfaat). Departemen Pertanian.
- Gadner, Pearce, dan Mitchell. 1991. *Fisiologi Tanaman Budidaya Diterjemahkan* Herawati S. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Hambali. 2007. *Potensi Pemanfaatan Limbah Kelapa Sawit*. Berita Penelitian Perkebunan. Vol 2 (2). Puslitbun (RISPA). Medan.
- Hidayati, N. 2005. *Fitoremediasi dan Potensi Tumbuhan Hiperakumulator*. Journal of Biosciences. Vol. 12.No. 1.
- Higa, T and G.N. Wididana. 1991. *Change in the soil Microflora Induced by Effective Microorganisms*. Khon Kaen University. Khon Kaen, Thailand. October. 1989.
- Hofman & Anne. 2006. *Phytoremediation Rhizoremediation*. Diakses dari <http://www.engg.ksu.edu>
- Iwan. 2002. *Pupuk Organik dari Kotoran Hewan*. Rajawali Press. Jakarta.
- Kartasapoetra,. 1991. *Inokulasi mikroorganisme Rhizobium*. Penebar Swadaya. Jakarta.

- Komarayati. 2004. *Pemberian Arang untuk Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman*. Komponen Teknologi Peningkatan.
- Michael T. Madigan, John M. Marinko, David Stahl, David P. Clark (2012) *Brock Biology Of Microorganisms* (13<sup>th</sup> Ed.). Boston: Benjamin Cummings
- Mirdat , Yosep Patádungan, , Isrun Status Logam Berat Merkuri (Hg) Dalam Tanah Pada Kawasan Pengolahan Tambang Emas Di Kelurahan Poboya, Kota Palu (The Level Of Heavy Metal Of Mercury (Hg) In Soil Of Agricultural Area Around Gold Mining In Poboya, Palu. E-J. Agrotekbis 1 (2) : 127-1, 34, Juni 2013 , Issn : 2338 -
- Moore, C. J., 2000. *A Review of Mercury in The Environment: Its Occurrence in Marine Fish*. South Carolina Department of Natural Resources.
- Neneng, L. 2007. *Memperkenalkan Bahaya dan Cara Penanggulangan Limbah Air Raksa Menggunakan Metode Bioremediasi dalam Bioreaktor Sederhana Bagi Penambang Emas di DAS Kahayan*. Makalah. Disampaikan dalam Kegiatan Sosialisasi Hasil Penelitian Bekerjasama dengan Balitbangda Prop. Kalteng, di Kuala Kurun, Tanggal 25 Juli 2007.
- Neneng, L. 2007. Pengaruh Kondisi Lingkungan Terhadap Efektivitas Bioremediasi Merkuri oleh Isolat Bakteri dan Sosialisasi Aplikasinya dalam Bioreaktor Sederhana kepada Penambang Emas di DAS Kahayan Kalimantan Tengah. Disertasi. Tidak dipublikasikan. PPS: Universitas Negeri Malang.
- Neneng, L. 2008. Eksplorasi Isolat Bakteri Potensial untuk Bioremediasi Merkuri (Hg) dari Areal Penambangan Emas di Sungai Kahayan Kalimantan Tengah. *Jurnal Agritek*. Vol. 16.Hal. 189 – 194.
- Neneng, L. dan Saraswati, D., 2009. Eksplorasi Eksplorasi Mikroorganisme Rhizosfer Potensial untuk Bioremediasi Lahan Tercemar Merkuri (Hg) pada Areal Penambangan Emas di Kalimantan Tengah (Hibah Penelitian Strategis Nasional, 2009, Ketua).
- Neneng, L. dan Saraswati, D., 2011. Aplikasi konsorsium mikroorganisme dan Tumbuhan Fitoremediator Merkuri (Hg) untuk Reklamasi Lahan Pasca Penambangan Emas di Kalimantan Tengah (Hibah Penelitian Strategis Nasional, 2010-2011. Ketua)
- Neneng, L., Y. Tanduh, S. Mochtar. 2013-2014. Metode Reklamasi Terpadu Untuk Aplikasi Tanaman Perkebunan Pada Lahan Pasca Penambangan Emas Di Kalimantan Tengah. *Proceeding Insinas Ristek*. Jakarta.
- Pasaribu. 2010. *Analisis Pertumbuhan Tanaman dengan Pemberian Serat Sawit*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Phua, C. K. H.\*, Abdul Wahid, A. N. and Abdul Rahim, K.(2012). Development of Multifunctional Biofertilizer Formulation from Indigenous Microorganisms and Evaluation of Their N<sub>2</sub> - Fixing Capabilities on Chinese Cabbage Using 15N Tracer Technique *Pertanika, J. Trop. Agric. Sci.* 35(3):673-679

- Portier, R.J., 1991. Application of Adapted Microorganisms for Site Remediation of Contaminated Soil and Ground Water. Dalam A.M. Martin (Ed.), *Biological Degradation of Wastes* (hlm. 247-259). London: Elsevier Applied Science.
- SBIR Success Stories. 2006. *Phytoremediation of Arsenic-Contaminated Soils*. Edenspace system Corporation. <http://www.edenspace.com> (diakses tanggal 28 Oktober 2008).
- Simangunsong. 2011. *Seribu Manfaat Serat Sawit*. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Simaningkalit. 2006. *Sumber-sumber Organik Hara. In teknologi dan penggunaan pupuk*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Suhendrayatna, 2001. *Bioremoval Logam Berat dengan Menggunakan Mikroorganisme: suatu Kajian Kepustakaan*. Makalah disajikan dalam Seminar on-Air Bioteknologi untuk Indonesia Abad 21, Kerjasama antara Sinergy Forum dan PPI Tokyo Institute of Technology. 1-14 Februari.
- Sumarna, Y., N. Mindawati dan A.S. Kosasih. 2000. Pedoman pemanfaatan efektif mikroorganisme pada pembangunan hutan tanaman. Info Hutan No. 136. P3H danKA. Badang Litbang Kehutanan, Bogor.
- Suntoro. 2001. *Tanaman Kirinyu Pengganti Pupuk*. Universitas Sebelas Maret. Solo.
- Sutanto, R. 2002. *Penerapan pertanian organik. Pemasyarakatan dan Pengembangan*. Kanisius. Yogyakarta.
- Suryantini. 2000. Prospek Penggunaan Rhizopulus, Pupuk Hayati yang Mengandung Mikroba Penambat N dan Pelarut P, pada Kedelai. Prosiding Seminar Pengelolaan Sumber Daya Lahan dan Hayati Pada Tanaman Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian. PPTP. Malang. 458p.
- Wagner- Döbler, I., H.V. Canstein, Y. Li., K.N. Timmis, & W.D. Deckwer. 2000. Removal of Mercury from Chemical Wastewater by Microorganisms in Technical Scale. *J. Environ. Sci. Technol.* 34(21):4628-4634.
- Wagner- Döbler, I., H.V. Canstein, Y. Li., K.N. Timmis, & W.D. Deckwer. 2000. *Removal of Mercury from Chemical Wastewater by Microorganisms in Technical Scale. J. Environ. Sci. Technol.* 34(21):4628-4634.
- Waite, S. 2000. *Statistical Ecology in Practice: A Guide to Analysing Environmental and Ecological Field Data*. Prentice Hall.
- Winarti, S. dan L. Neneng (2013). Pengaruh Jenis dan Komposisi Bahan Organik Kompos Terhadap Peningkatan Kesuburan Tanah dan Pertumbuhan Kedelai Pada Lahan Gambut (Hibah Unggulan Perguruan Tinggi, Universitas Palangka Raya).

# **LAMPIRAN**



## Lampiran 1.

### Proses Kegiatan Penelitian

- 1) Penyiapan bahan Bioorganik-F (A. gulma jenis *Chromolaena odorata*), serta bahan organik berupa arang (B), dan serat sawit (C)



- 2) Penyiapan mikroorganisme (A. EM4), B. (KP), C. (IBT)



- 3) Pengomposan Bioorganik-F



Gambar A dan B. Pencampuran Bahan-bahan Organik dari Gulma dan Limbah Hewan



Gambar C. Penambahan Mikroorganisme



Gambar D. Pengadukan Kompos



Gambar E dan F. Pengemasan Bioorganik-F sebelum dibawa ke Lapangan

#### 4) Aplikasi Bioorganik-F pada lubang tanam





5) Penyiapan tanaman penutup dan tanaman budidaya



6) Pengukuran awal pertumbuhan tanaman budidaya



7) Proses penanaman tanaman budidaya



8) Tanaman Budidaya pada umur 3 BST



9) Pengukuran Pada umur Tanaman 3 BST



10) Pengukuran dan Pengambilan Sampel Tanah pada Usia Tanaman 6 BST



### Lampiran 3

#### JADWAL KEGIATAN

NO.	URAIAN	BULAN									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>A.</b>	<b>JADWAL TAHUN III</b>										
1.	Perbanyakkan mikroorganisme untuk biofertiliser, dan pengomposan 2 formula biofertiliser										
2.	Kombinasi formula biofertiliser dengan bahan pembawa										
3.	Analisis viabilitas mikroorganisme pada formula biofertiliser yang telah dikombinasikan dengan bahan pembawa										
4.	Survey tiga lokasi lahan pasca penambangan emas di 3 kabupaten di Kalteng, untuk aplikasi penelitian reklamasi terpadu di lapangan										
5.	Persiapan lokasi yang meliputi: pembuatan bedengan untuk tanaman penutup dan tanaman budidaya, persiapan bibit tanaman untuk tanaman penutup dan tanaman perkebunan.										
6.	Implementasi reklamasi terpadu pada lokasi pengamatan di 3 lahan pasca tambang emas.										
7.	Pengambilan data dan Analisis data di laboratorium										
8.	Pengolahan data dan pembuatan laporan										
9.	Presentasi data (seminar)										
10.	Penggandaan laporan dan pengiriman										



## Lampiran 4

### PERSONIL PELAKSANA KEGIATAN RISET

Komposisi sumber daya manusia berupa peneliti yang tergabung dalam pelaksanaan penelitian ini terdiri dari ahli di bidang mikrobiologi (Dr. Liswara Neneng, M.Si.), ahli bidang konservasi tanah dan air (Ir. Yusintha Tanduh, MP), ahli di bidang perkebunan (Dr. Ir. M. Saleh Mokhtar, M.P.), dan mahasiswa S2 pendidikan Biologi yang mendukung untuk rekapitulasi data (Rahmawati, S.Pd.). Berikut ini merupakan beberapa pengalaman anggota tim peneliti dalam penelitian terkait reklamasi lahan kritis:

1. Dr.Liswara Neneng, M.Si. (Peneliti Utama)
  - a. Analisis Peranan Koenzim dan Kofaktor Ion Logam dalam Meningkatkan Aktivitas Bioremediasi Merkuri (Hg) Oleh *Pseudomonas Sp.* Dan *Klebsiella Sp.* Isolat Indigenus Sungai Kahayan Kalimantan Tengah (Fundamental, 2010, Ketua).
  - b. Aplikasi konsorsium mikroorganisme dan Tumbuhan Fitoremediator Merkuri (Hg) untuk Reklamasi Lahan Pasca Penambangan Emas di Kalimantan Tengah (Hibah Stranas dana DIKTI, 2011. Ketua)
  - c. Eksplorasi Mikroorganisme Rhizosfer Potensial untuk Bioremediasi Lahan Tercemar Merkuri (Hg) pada Areal Penambangan Emas di Kalimantan Tengah (Hibah Penelitian Strategis Nasional, 2009, Ketua).
  - d. Pengaruh Kondisi Lingkungan Terhadap Efektivitas Bioremediasi Merkuri oleh Isolat Bakteri dan Sosialisasi Aplikasinya dalam Bioreaktor Sederhana kepada Penambang Emas di DAS Kahayan Kalimantan Tengah. (Disertasi, Universitas Negeri Malang, 2007).
2. Ir. Yusintha Tanduh, M.P. (Peneliti Kedua)
  - a. Prediksi Penurunan Besar Erosi Dengan Simulasi Pengelolaan Tanaman Dan Tindakan Konservasi Di Lahan Pertanian Di Bukit Tangkiling (Mandiri, 2009)
  - b. Pertumbuhan Tanaman Pada Kegiatan Reboisasi Hutan dan Lahan di Desa Paduran Sebangau Kabupaten Pulang Pisau Kalteng (2009)
  - c. Produktivitas Argoforestry pada Lahan Hutan Rakyat di Kelurahan Habaring Hurung Kecamatan Bukit Batu Kota P.Raya (Penelitian Kelompok, 2007)

- d. Pendugaan Tingkat Bahaya Erosi Dalam Rangka Upaya Konservasi Hutan Dan Lahan Di Areal Bekas Tebangan Hph Pt Hutan Mulya (Tesis, 2006)
  - e. Pengaruh Campuran Media Tumbuh terhadap Pertumbuhan Anak Akasia (*Acacia mangium* WILLD) Pada Lahan Gambut Pedalaman Di Kelurahan Kalampangan (1999).
4. Rahmawati, S.Pd. Inventarisasi Tumbuhan Fitoremediasi Merkuri (Hg) dari Areal Penambangan Emas Kabupaten Gunung Mas (2009).

## **PROFIL LEMBAGA PENELITIAN UNIVERSITAS PALANGKA RAYA**

Sejak awal, unit yang bertugas menangani tugas-tugas dibidang penelitian di lingkungan Universitas Palangka Raya ini diberi nama Pusat Ilmiah untuk Pembangunan Daerah (PIPD) berdasarkan Surat Keputusan Presidium Universitas Palangka Raya Nomor : 32/KPTS-Unpar/IV/73 tanggal 20 September 1973. PIPD berfungsi sebagai unit pelaksana tugas di bidang penelitian dengan tujuan untuk memberikan sumbangan pemikiran ataupun saran-saran untuk pengambilan kebijakan bagi pemerintah daerah di provinsi Kalimantan Tengah.

Karena lingkup dan cakupan tugas Universitas Palangka Raya makin berkembang, PIPD diberikan tugas tambahan di bidang pengabdian kepada masyarakat. Berdasarkan pertimbangan tersebut melalui surat Keputusan Presidium Universitas Palangka Raya Nomor : 1012/PT/31.1 /C/V/79 tanggal 1 Agustus 1979, PIPD dirubah namanya menjadi Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM).

Seiring dengan perubahan organisasi dan tata kerja Universitas Palangka Raya sebagaimana diatur melalui Surat Keputusan Mendikbud Nomor : 098/O/1993 tanggal 27 Februari 1993 tentang Organisasi dan Tata Kerja Universitas Palangka Raya maka Balai Penelitian Unpar diubah namanya menjadi Lembaga Penelitian berdasarkan Surat Keputusan Rektor Unpar Nomor :265/PT31.H/C/VI/1995 tanggal 31 Januari 1995.

Visi dari Lembaga Penelitian Unpar terwujudnya Lembaga Penelitian UNPAR sebagai pemacu dan fasilitas peningkatan kualitas dan kuantitas penelitian.

Misi dari Lembaga Penelitian Unpar :

1. Menumbuhkembangkan budaya penelitian di lingkungan tenaga dosen dalam rangka peningkatan atmosfer akademik di Universitas Palangka Raya.
2. Mendorong kemitraan yang saling mendukung (networking dan sharing) antara Unpar dan lembaga lain (dalam negeri dan luar negeri) di bidang penelitian dan pengembangan.
3. Melakukan diseminasi hasil-hasil penelitian dan pengembangan, serta mengupayakan perlindungan Hak Kekayaan Intelektual (HAKI).

Tugas pokok dari Lembaga Penelitian mengkoordinir, memotivasi, memantau, dan menilai pelaksanaan kegiatan di Universitas Palangka Raya serta ikut mengusahakan dan mengendalikan sumber daya yang diperlukan, meliputi :

- Sebagai Pusat Informasi Penelitian
- Sebagai Koordinator Penelitian
- Sebagai Motivator Penelitian

- Sebagai Evaluator

## **Lampiran 6**

### **PROFIL MITRA LEMBAGA**

Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Kalimantan Tengah merupakan salah satu unit pelaksana teknis Badan Litbang Pertanian yang wilayah kerjanya di Propinsi Kalimantan Tengah. Balai ini pertama kali didirikan tahun 1994 dengan nama BPTP Palangka Raya (SK Menteri Pertanian No. 798/Kpts/OT.210/1994 tanggal 13 Desember 1994). Kemudian Organisasi dan Tata Kerja BPTP diatur berdasarkan Peraturan Menteri Pertanian No.16/Permentan/OT.140/3/2006 tanggal 1 Maret 2006. BPTP Kalimantan Tengah berada di bawah dan bertanggung jawab kepala Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian (BBP2TP).

Visi dari BPTP Kalimantan Tengah yakni menjadi Lembaga yang handal dalam penyediaan dan Diseminasi Inovasi Pertanian sesuai Kebutuhan Pengguna di Kalimantan Tengah. Misi melaksanakan penelitian, pengkajian dan perakitan teknologi pertanian tepat guna spesifik lokasi; melaksanakan pengembangan teknologi dan diseminasi hasil pengkajian, perakitan materi penyuluhan, pelayanan informasi dan penjangkaran umpan balik; membangun dan memperkuat kerjasama dengan stakeholder dalam pendayagunaan hasil pengkajian dan pengembangan inovasi pertanian tepat guna spesifik lokasi; dan mengembanagkan kapasitas lembaga sumber daya manusia BPTP Kalimantan Tengah.

Tugas pokok BPTP Kalimantan Tengah melaksanakan Pengkajian, Perakitan dan Pengembangan Teknologi Pertanian Tepat Guna Spesifik Lokasi. Fungsi BPTP antara lain pelaksanaan Inventarisasi dan identifikasi kebutuhan tepat guna spesifik lokasi; penelitian, pengkajian dan perakitan teknologi pertanian tepat guna spesifik lokasi dan pelaksanaan pengembangan dan diseminasi hasil pengkajian serta perakitan penyuluhan dan pelayanan teknik kegiatan pengkajian.



